

Precisionsodling 2009

-Precisionsodling och pedometri



Christina Lundström (red.)

Precisionsodling
2010:1
Skara

ISBN 978-91-86197-85-8 (tryck)
ISBN 978-91-86197-86-5 (pdf)

Förord

Denna rapport är sammanställd för att redovisa verksamheten 2009 i forskargruppen Precisionsodling och pedometri, Institutionen för mark och miljö vid SLU i Skara. Den övergripande målsättningen med arbetet är att öka kunskaperna om markens och grödans lokala variation i tid och rum, samt att möjliggöra att hänsyn tas till denna variation. På så sätt når man en god avkastning och kvalitet på grödan samtidigt som resursutnyttjandet förbättras och riskerna för förluster till omgivande miljö minskas. Inom forskargruppen finns fyra forskningsinriktningar; bättre effektivitet i växtnäringsutnyttjandet, minskade växtnäringsförluster till vatten och luft, digital kartering och pedometri samt biologisk markkartering.

Projektet genomförs både inom konventionell och ekologisk odling. En viktig del av verksamheten utgörs av olika former av samverkan med andra intressenter, såsom andra forskare vid högskolor och universitet, men också exempelvis myndigheter, organisationer, industri och lantbrukare.

Skara 2010

Christina Lundström
Redaktör

Innehållsförteckning

Förord	1
Innehållsförteckning	2
Precisionsodling och pedometri	4
Projekt 2009	7
Förbättrat utnyttjandet av växtnäring	7
Nya mätmetoder för värdering av kväve i organiska gödselmedel	8
Fosforgödslingseffekt hos olika organiska gödselmedel	9
Fluorescensmätningar av ammoniumkoncentration och spridningshastighet vid olika nedbrukningsgrad av organisk gödsel	10
Förfrukts- och platsanpassad kvävetillförsel i odling av ekologisk höstraps (<i>Brassica napus</i> L.)	11
Minskad miljöpåverkan genom anpassade odlingssystem	14
Utlakning vid olika gödslingsintensitet vid odling av stråsäd	15
Nitratutlakning efter olika spridningstidpunkter av flytgödsel till vall	17
Emissioner av kväve i gasform från lerjord beroende av tidpunkt för jordbearbetning	18
Utveckling av ett integrerat miljö- och produktionsindex för fosfor (EPI)	20
Jordbearbetningssystem på lätt och styv lera - produktion, ekonomi och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder	22
Digital kartering och pedometri	23
Ny markkarteringsstrategi anpassad för modellering och precisionsodling	24
Tredimensionell markkartering	28
Platsspecifik snabbbestämning av skördebegränsande markfysikaliska egenskaper	29
Bättre öl med fjärranalys?	31
Optimering av metod för att analysera mullhalt och ler med nära infraröd reflektansspektroskopi (NIR)	33
Beslutsunderlag för kvävestyrning i real-tid baserat på sensordata, databaser och modellsimuleringar – informationsfusion inom precisionsodling	36
Strategi för att minimera kadmium i jordbruksmark och gröda	38
Bestämning av beståndsegenskaper hos höstraps med fjärranalys – utveckling av teknik för försöksverksamhet och gödslingsrådgivning	40
Variation i marken inom fältförsök – hur kan vi kvantifiera och hur ska vi hantera variationen?	41
Digitala tidsresor	42
Biologisk markkartering	44
Biologisk markkartering (BioSoM) - TEMA vid NL-fakulteten	45
Helautomatiskt övervakningssystem för insektsangrepp för platsspecifik bekämpning	47
Utbildning och information	51
Grupparbetsmodellen storyline som väg att öka intresset för lantbruk hos elever på grundskolan	52
Hur behandlas områdena livsmedelsproduktion, lantbruk och markanvändning i skolans värld – vad står i styrdokument och läromedel, vad har elever och lärare för erfarenheter?	54

Samverkan mellan skola och lantbruk – vilka erfarenheter finns?	56
Avhandlingar	58
Undervisning på agronomprogrammet.....	58
Studentarbeten	58
Övrig verksamhet	59
Lanna försöksstation	59
Precisionsodling Sverige (POS).....	62
Publikationer 2009	64

Precisionsodling och pedometri

Verksamheten, såsom forskning, utbildning och information präglas av en helhetssyn och sker i nära samarbete och dialog med näringsliv, myndigheter, organisationer och rådgivning. Gruppen spelar också en aktiv roll inom Precisionsodling Sverige, POS, som är ett nationellt nätverk med ett stort antal aktörer.

Verksamhetens övergripande målsättning är:

- ◆ att öka kunskapen om hur man ska förbättra effektiviteten i utnyttjandet av insatsmedel och naturliga resurser för att förbättra grödornas avkastning, jordbruksprodukternas kvalitet och samtidigt minska lantbrukets påverkan på miljön.
- ◆ att ta fram bättre beslutsunderlag för lantbrukare och rådgivare.
- ◆ att utveckla metoder för att förbättra styrning och precision i utförda insatser.

Under 2009 fanns totalt 16 anställda plus en inskriven doktorand i samarbete med Högskolan i Skövde. Av de anställda är sju disputerade, varav en med docentkompetens.

Skara

Sofia Delin, forskare
 Lena Engström, forskningsassistent, doktorand
 Anders Jonsson, forskningsledare, adj. professor
 Christina Lundström, forskningsassistent
 Anna Nyberg, forskningsassistent
 Kristin Piikki, post doc
 Bo Stenberg, forskningsledare
 Maria Stenberg, forskare
 Mats Söderström, forskare
 Johanna Wetterlind, doktorand,
 disputerade oktober 2009
 Lina Nolin, doktorand, Högskolan i Skövde/SLU

Lanna

Johan Fredriksson, försöksförman
 Berit Larsson, kontorist
 Johan Roland, distriktsförsöksledare
 Lisbet Norberg, försökstekniker
 Andreas Carlander, säsongsanställd
 Karl Persson, säsongsanställd

Verksamheten i Skara är en del av Institutionen för mark och miljö i Uppsala. Under 2009 fullföljdes den omorganisation som innebar att tidigare Markvetenskap och Skoglig marklära bildade den nya institutionen. Samtidigt har avdelningsstrukturen förändrats och verksamheten i Skara benämns nu forskargruppen Precisionsodling och pedometri.

Under året har vi haft ytterligare en disputation vid precisionsodlingsgruppen. Johanna Wetterlind försvarade sin avhandling "Improved Farm Soil Mapping Using Near Infrared Reflection Spectroscopy". Här beskrivs bl.a. hur man med nya metoder kan förenkla och effektivisera markkarteringen.

Lanna försöksstation utgör en viktig del av verksamheten. Här bedrivs sedan många år ett stort antal långliggande försök inom mark/växtområdet. Under 2009 utfördes totalt 68 mark/växtförsök. På Lanna finns sex fältanläggningar för mätning av växt-näringsläckage (se sid.62).

Under 2009 var de totala intäkterna (inklusive Lanna) 15,5 miljoner kronor. Av detta var 3,4 mkr statsanslag, 2,4 mkr TEMA-pengar från fakulteten, 8,8 mkr bidrags- och uppdragsintäkter samt 0,8 mkr övriga intäkter.

Forskargruppen i Skara arbetar aktivt inom det nationella samarbetsprojektet POS,

Forskning i gruppen

Målsättningen med forskningen är att öka kunskapen om markens och grödans lokala variation i tid och rum samt att möjliggöra att hänsyn kan tas till denna variation. Växelverkan mellan teori, teknik och praktik möjliggör i förlängningen ett korrekt beslutsfattande inom växtproduktionen ur både ett produktions- och miljöperspektiv, d.v.s. att precisionen i produktionen skall bli hög. Därmed skall tillgängliga resurser, såväl tillförda som från mark och gröda i sig, kunna tillvaratas på bästa sätt för önskad skörd och kvalitet med minimerade bieffekter såsom läckage eller annan miljöstörning. Odlingsförutsättningarna ändras ofta över mycket korta avstånd. Vad som är rätt odlingsåtgärd varierar därför inom fält. Kännedom om markens och grödans beskaffenhet och egenskaper på varje enskild plats är därför en förutsättning. Dessutom krävs tillgång till metoder att utifrån denna information identifiera begränsande faktorer och riskområden för läckage, emissioner och kvalitetsnedsättningar. Vid åtgärder där hänsyn tas till variationen förutsätts en god kännedom om insatsmedlens egenskaper. Särskilt egenskaperna hos förfrukter och organiska gödselmedel varierar, inte bara mellan olika typer, utan även beroende på ursprung och över tiden. Den nära koppling till praktiken och förväntningarna på att aktivt kunna medverka till att det görs "rätt" åtgärder i praktiska odlingssystem ställer stora krav på att fördjupade kunskaper om interaktioner i marken och mellan mark och gröda kan kombineras med insikter om de praktiska förhållandena.

Forskningen vid avdelningen kan indelas i fyra områden:

- *Förbättrat utnyttjande av växtnäring*, Målsättningen med detta område är att skapa kunskap som underlag för förbättrat växtnäringssystem i växt-

Precisionsodling Sverige (se sid. 65)

odlingen. Gödsling skall kunna anpassas till grödans behov och markens egenskaper efter variation inom och mellan fält. Det handlar om att utveckla kunskapen om såväl biologiska mekanismer kring omsättning av organiskt kväve i mark som att hitta metoder och strategier att mäta och prognostisera denna omsättning och dess variationer.

- *Minska växtnäringssystemets förluster och emission av växthusgaser*
Området fokuserar på att minska växtnäringssystemets förluster och emission av växthusgaser genom anpassade odlingssystem. Fokus vad gäller växtnäringssystemets förluster ligger både på gasformiga kväveförluster och läckage av kväve och fosfor och vad gäller växthusgaser på lustgasemission och energibalanser. Forskningen är inriktad på att kvantifiera förluster under olika omständigheter samt på att spatialt modellera reglerande faktorer och mekanismer som kan användas för åtgärder och för att identifiera riskområden.
- *Digital kartering och pedometri*. Digital kartering handlar om att mäta och samla in data till georefererade databaser med en viss spatial upplösning. Data härstammar från metoder för fält- och laboratorieanalyser kopplade till miljödata via kvantitativa samband. Digitala data från fjärranalys, proximala mark- och grödsensorer liksom klassisk markkartering kombinerade med positioneringssystem är utgångspunkten. Tekniker för insamlande av sådana fältdata är bl.a. mark, flyg eller satellitburna sensorer för spektral bildanalys och diffus reflektansanalys (t.ex. NIR; nära infraröd spektroskopi), mark- eller flygburna sensorer för mätning av gammastrålning samt markburen dito för elektrisk konduktivitet. Pedometri innefattar tillämpningen av mate-

matiska och statistiska metoder på ovanstående data för att studera distributionen av marktyper. Målet för pedometrin är att uppnå en bättre förståelse för marken som ett fenomen som varierar över olika skalor i tid och rum.

- **Biologisk markkartering**

Detta område fokuserar på att identifiera och kvantifiera markbiologiska faktorer som hämmar grödans tillväxt. Huvudsakligen utvecklas molekylärbio-logiska strategier med inriktning mot markbundna patogener. Målet är att utveckla detektionsmetoder, använda dem för att bestämma förekomst vid olika skadenivåer i grödor samt utveckla prognosmodeller för bedömning av risk för angrepp i olika växtföljder. Fysikaliska och kemiska egenskaper i marken påverkar utbredning av patogener. Förutom klassiska kemiska analyser används olika marksensorer som t.ex. instrument som mäter markens elektriska ledningsförmåga (ECa) för att förklara variation i förekomst och för prognos av angrepp.

Forskningen bedrivs till stor del genom fältstudier och fältförsök och ofta i nära samverkan med näringsliv, myndigheter, olika organisationer och med rådgivning-sverksamheten. Det finns också ett omfattande forskningssamarbete såväl nationellt inom och utom SLU som internationellt med de nordiska länderna samt bl.a. Skottland och Frankrike.

Utbildning

Under 2009 har precisionsodling och pedometri ansvarat för precisionsodlingsundervisningen för mark/växt-agronomstudenter, dels i en obligatorisk kurs i växtproduktion (30 hp) och dels i kursen ”Marken i odlingen” (15 hp) som är en jordbruksinriktad markkurs på C-nivå som behandlar växtnärlära, jord-

bearbetning, hydroteknik, vattenvårdslära och precisionsodling.

Därutöver medverkade olika forskare vid avdelningen också i annan undervisning vid SLU-institutioner samt vid andra högskolor och universitet. Under 2009 gjorde en student sitt examensarbete vid precisionsodling och pedometri. Titeln var ”Kvävemeneralisering från stallgödsel beroende på olika grad av inblandning i mark”.

Information, samverkan

Gruppen har under året deltagit i ett antal nationella och internationella seminarier och konferenser. Varje år arrangeras av avdelningen en tvådagars regional växtodlings- och växtskyddskonferens med målgruppen rådgivare inom organisationer och företag, lärare vid naturbruksgymnasierna, försöksansvariga, lantbrukarrepresentanter med flera intresserade. 2009 deltog drygt 130 personer i konferensen.

Nedan följer ett axplock av nationella sammanhang där gruppen deltagit under 2009.

Växtodlings- och växtskyddskonferens i Uddevalla

Medverkan i Hushållningssällskapets jordbrukardagar på Borgeby, Brunnby och Logården

Forskare vid avdelningen medverkar i ämnesgrupperna Vattenfrågor, Växtnäring, Odlingssystem, Vall/grovfoder och Jordbearbetning inom FältForsk

Medverkan i olika nätverk såsom Agroväst, Försök i Väst och Svensk Raps

Fältvandringar på Lanna försöksstation för rådgivare och lantbrukare

Publicering

Resultaten från avdelningens forskning publiceras i vetenskapliga tidskrifter, institutionsrapporter samt populärvetenskapliga artiklar av olika slag. På institutionens hemsida www.slu.se/mark finns våra publikationer tillgängliga. På sidan 67 i denna rapport finns också en förteckning över avdelningens publikationer 2009.

Projekt 2009

Förbättrat utnyttjandet av växtnäring

Målsättningen med detta område är att skapa kunskap som underlag för förbättrat växtnäringsutnyttjandet i växtodlingen. Gödsling skall kunna anpassas till grödans behov och markens egenskaper efter den variation som finns inom och mellan fält. Det handlar om att utveckla kunskapen om såväl biologiska mekanismer kring omsättning av framför allt organiskt kväve i mark som att hitta metoder och strategier att mäta och prognostisera denna omsättning och dess variationer.

Nya mätmetoder för värdering av kväve i organiska gödselmedel

I dagsläget används förutom stallgödsel en rad nya organiska gödselmedel. Dessa består av olika blandningar av bl.a. av restprodukter från livsmedelsindustrin, bl.a. köttmjöl, blodmjöl och en restprodukt vid jästtillverkning. Det vore av stort värde att kunna värdera det organiska kvävet med en standardiserad metod på lab.

Målsättning

Målsättningen med detta projekt är att föreslå användbara eller utvecklingsbara metoder att värdera gödselmedlens kväveeffekt genom att utvärdera och modifiera ett antal potentiella metoder utifrån deras förmåga att beskriva kväveeffekten i kontrollerade krukförsök.

Utförande

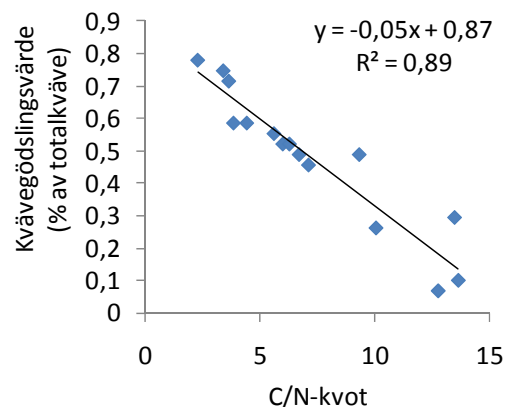
Kväveeffekten av femton olika gödselmedel har testats i krukförsök med rajgräs. Dessutom har de inkuberats och bl.a. analyserats med varmvattenextraktion av kväve, NIR-spektroskopi, aminosyra-kväve och C/N-kvot.

Resultat

De aeroba inkubationerna visade att det fanns stora skillnader i mineraliserat kväve vid slutet av inkubationen. Kompost, stallgödsel och rötat material hade mycket låg mineralisering, men ibland högt mineralkväveinnehållet vid start, medan färsk material såsom livsmedelsavfall, hade låg mineralkvävemängd från början, och istället en kraftig mineralisering efter att gödseln blandats med jord.

Varmvattenextraherat kväve visade sig inte vara någon bra metod för att uppskatta gödselns kväveeffekt. Alltför liten del av kvävet extraherades från animaliska produkter såsom blod- och fjädermjöl. Ninhydrinreaktivt kväve förväntades spegla mineraliserbart kväve. Aminosyrainnehåll hade endast ett svagt samband med netto-mineraliseringen av kväve. Däremot visade sig C/N-kvoten i gödselmedlen korrelera väl med kvävegödselvärdet hos gödselmedlen (figur 1). Man kunde även se ett samband mellan kvävegödslingseffekten

och NIR, även om datamängden var för liten för att testa detta ordentligt.



Figur 1. Samband mellan gödslingsvärdet hos gödselmedlens totalkväve i krukförsöken och gödselmedlens C/N-kvot.

Tid och plats: Försöket genomförs 2008 – 2010 i samarbete med Eurofins i Lidköping.

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235
sofia.delin@mark.slu.se

Fosforgödslingsseffekt hos olika organiska gödselmedel

Fosfor är en begränsad resurs. För lantbrukarna är det viktigt att känna till vilken gödslingsseffekt man kan räkna med från olika produkter, så att grödan får sitt behov tillgodosett och så att inte lantbrukaren betalar för fosfor som inte har något gödsevärde. Ur miljösynpunkt är det positivt om fosfor kan recirkuleras på ett effektivt sätt istället för att restprodukterna deponeras och fosfor riskerar att läcka till våra vatten, samtidigt som allt mer lättlöslig fosfor tillförs ekosystemen genom att ny fosfor bryts från gruvor.

Målsättning

Syftet med den här undersökningen är att med hjälp av kontrollerade krukförsök uppskatta ettårseffekten av fosfor från ett stort antal restprodukter av olika karaktär och jämföra dessa effekter med analysvärden på gödselmedlen såsom vatten- och citratlösligt fosfor.

Utförande

Femton gödselmedel testas i krukförsök under två olika pH. Gödselmedel har valts ut för att representera ett brett spektrum av olika restprodukter med högt fosforinnehåll, men också med ett par typer inom varje typ av restprodukt där man kan ha misstanke att fosfortillgängligheten kan skilja åt. Det gäller t.ex. rötresten baserade på skilda typer av råvaror, avloppsslam med olika typer av fällningskemikalier i reningsprocessen, askor från olika bränslen samt stallgödsel från vitt skilda djurslag. Gödselmedlen kommer att analyseras med avseende på totalt innehåll av fosfor, kväve och kalium samt på organisk, vattenlöslig och citratlöslig fosfor. Beroende på utfallet av dessa analyser och deras överensstämmighet med resultaten från krukförsöken kommer ytterligare någon analys att genomföras med något annat extraktionsmedel, förmodligen myrsyra eller citronsyra. Referensprover kommer att sparas av gödselmedlen för att möjliggöra tester av ytterligare några extraktionsmetoder i framtida projekt.



Tid och plats: Försöket genomförs 2010 – 2011 på SLU i Skara.

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235
sofia.delin@mark.slu.se

Fluorescensmätningar av ammoniumkoncentration och spridningshastighet vid olika nedbrukningsgrad av organisk gödsel

Kväveutnyttjandet från stallgödsel kan bl.a. påverkas av spridningsteknik, som kan inverka på flera sätt. Hittills har forskningsfokus mest varit på spridningens påverkan på ammoniakförluster. Kvävemineralisering och mineralkvävets vidare spridning i marken är dock mycket litet studerat.

Målsättning

Syftet med denna undersökning är att kartlägga frigörelse av ammonium och fördelning av denna i marken från olika sorters organisk gödsel efter spridning beroende på gödselmedel, spridningsteknik, jordart och nederbördsförhållanden. Ammoniumkvävet förekomst och rörelse studeras med en ammoniumspecifik fluorescerande film. Applikationen är ny, och försöket är således också ett test av möjligheterna att använda ammoniumsensorn till sådana syften.

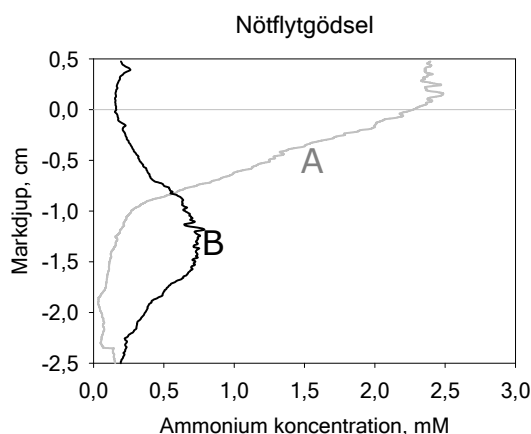
Utförande

En ammoniumspecifik fluorescerande film, en så kallad avbildande optod, placeras i jordfyllda behållare i vilka gödsel placerats antingen på ytan, under ytan eller ombländat med jorden. Med en kamera fotografieras ammoniumkoncentrationen i jordprofilen under några veckors tid. Eftersom optoden enbart detekterar ammonium hålls behållarna anaeroba med ett övertryck av kväve för att förhindra nitrifikation. Valet av gödselmedel är gjort för att representera både flytande (nötflytgödsel) och fast (kycklinggödsel) stallgödsel. Dessutom studeras skillnader hos Vinass och Biofer, vid olika vattenhalt i omkringliggande jord, då detta visat sig ha betydelse i växtodlingsförsök.

Preliminära resultat

Då optoden endast registrerar ammonium i marklösning kommer inte adsorberat ammonium med i bild. Det är därför svårt att dra slutsatser om nettomineralisering genom att enbart studera bilderna. Då krävs kompletterande inkubationsstudier. Enligt inkubationerna var nettomineraliseringen likvärdig vid spridning ovan och under mark, men något snabbare än vid inblandning av gödseln i jorden. Enligt ammoniumsensorn spreds ammonium effektivare

inom jordprofilen vid placering under än ovan markytan (figur 2).



Figur 2. Ammoniumkoncentration i marklösningen vid olika djup efter placering av flytgödsel på (A) och under (B) markytan.

Tid och plats: Försöket genomförs i samarbete med Göteborgs universitet, 2007 – 2009, med slutrapportering under 2010.

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235
sofia.delin@mark.slu.se

Förfrukts- och platsanpassad kvävetillförsel i odling av ekologisk höstraps (*Brassica napus* L.)

Växtnäringsförsörjningen är en nyckelfråga i ekologisk höstrapsodling. Variationen i praktisk gödsling är stor och skördenivåerna varierar samtidigt som kunskapen är liten om behov och lönsamhet av gödslingsinsatser vid olika förutsättningar, t.ex. olika förfrukt. Dessa fältförsök ska undersöka effekten av olika kvävenivåer under varierande förutsättningar för att kvantifiera grundskörd, avkastningspotential och kvävebehov i relation till markparametrar. Vi avser att visa hur kväveupptag i höstraps beror av kvävemineralisering från marken och kvantifiera hur stor variationen är mellan olika platser. Faktorer som påverkar storleken av kväveupptag och markmineralisering skall identifieras och dokumenteras.

Målsättning

Målsättningen med projektet är att undersöka möjligheterna och utveckla metoder för att förfrukts- och platsanpassa kvävetillförsel i ekologisk höstrapsodling. Följande frågeställningar belyses i projektet:

- Hur beror höstrapsens kvävebehov och avkastning av markkvävet tillgänglighet och mineralisering.
- Har tillförsel av kväve till höstraps på hösten eller våren störst betydelse för avkastningen?
- Kan vi utveckla fler verktyg för bestämning av höstrapsens kvävebehov på våren och hösten baserat på de parametrar som används i projektet?

Utförande

Inom projektet planeras totalt 16 fältförsök, vara åtta försök genomförs 2008-2009 med skörd 2009 och åtta 2009-2010 med skörd 2010. I augusti 2008 valdes 12 försöksplatser i fält med höstraps på ekologiska gårdar ut runt om i södra Sverige med varierande förfrukt och markförhållanden. Efter uppkomst var bestånden på åtta av platserna tillräckligt bra för att genomföra försöken varav sex till slut skördades. Försöken 2009 låg på Gotland, i

Västra Götaland (Lanna och Dingle), Östergötland (tre försök varav ett skördades) och Skåne (Trelleborg och Borrby). Inför 2010 lades åtta försök ut varav sex genomförs i Skåne (två stycken), Östergötland, Gotland Västergötland och Halland. Försöken gödslades enligt planen med Biofer på hösten (tabell 1). Gödslingen på våren genomfördes med Vinass. Flertalet av försöken scannades med handburen N-sensor i samband med att tillväxten avslutades på hösten och på våren före gödsling.

Tabell 1. Försöksplan i projektet (D3-0151)

Led	N kg ha ⁻¹ höst innan sådd	N kg ha ⁻¹ vår i slutet av mars
A.	0	0
B.	0	50
C.	0	100
D.	0	150
E.	0	200
F.	50	0
G.	50	50
H.	50	100
I.	50	150
J.	50	200

Resultat

Våren 2009 var besvärlig med avseende på angrepp av rapsbaggar även i höstraps. Försöken i norra Götaland drabbades av kraftiga angrepp och skördarna blev mycket låga då rapsen blommade om (tabell 2). Två av försöken i Östergötland slopades innan skörd p.g.a. kraftig ogräsförekomst. Höstgödslingen med 0 eller 50 kg N per ha påverkade inte skördarna i försöken. Där- emot gav vårgödslingen i flera fall och i medel av alla försöken ett merutbyte (ta- bell 3). Provtagningen av mineralkväve i

marken i försöken visade på stor variation i kväveinnehåll (tabell 4). Försöken med stora mängder kväve under hösten visade också på stort kväveupptag fram till prov- tagningen i november och var också de som sedan avkastade högst. I dessa försök var det inget merutbyte av vårgödsling. Projektet genomförs även 2010.

Tabell 2. Fröavkastning (kg ha⁻¹ vid 9 % vattenhalt) i fältförsöken 2009 i serie D3-0151

Led	03L012 Borens- berg 090817	03L002 Lanna 090818	03L006 Trelle- borg 090728	03L008 Dingle 090806	03L007 Borrby 090722	03L005 Hemse 090804	Medel 6 försök
Förfrukt	Ängssvingel	Vall III	Vitklöver		Vitklöver	Betesvall	
Jordart	mmh SL	mmh l Mo	nmh sa LL		mf l Sa	mr mo LL	
A. 0 kg N höst, 0 kg N vår	900	600	4070	2270	2570	2820	2210a
B. 0 kg N höst, 50 kg N vår	1050	880	3980	2640	2710	2700	2340ab
C. 0 kg N höst, 100 kg N vår	1170	810	3990	2830	2880	2730	2400bd
D. 0 kg N höst, 150 kg N vår	1300	1040	4040	3130	3180	2970	2610c
E. 0 kg N höst, 200 kg N vår	1670	990	4020	3240	3040	2530	2580c
F. 50 kg N höst, 0 kg N vår	820	570	4090	2290	2850	2800	2240ab
G. 50 kg N höst, 50 kg N vår	1070	680	4120	2530	2850	3100	2390b
H. 50 kg N höst, 100 kg N vår	1100	900	3990	2630	2900	2850	2400b
I. 50 kg N höst, 150 kg N vår	1390	930	4120	3100	3030	2890	2580cd
J. 50 kg N höst, 200 kg N vår	1450	1210	3990	3170	3380	2810	2670c
CV (%)	19,5	20,4	5,4	4,2	8,5	7,2	-
p-värde	0,0005	0,0003	0,9840	0,0001	0,0068	0,0441	<0,0001
LSD	340	250	-	170	360	290	-

Tabell 3. Fröskörd (kg ha⁻¹ vid 9 % vattenhalt), råfettskörd (kg ha⁻¹) och kväveskörd (kg N ha⁻¹) som medel av alla sex försöken i serie D3-0151 analyserade tvåfaktoriellt med Mixed procedure i SAS 9.1. T-test vid p=0.05 använt vid parvisa jämförelser

	Frö- skörd	Fett- skörd	Kväve- skörd
F1: 0 kg N höst	2 430	1 060	72,2
F1: 50 kg N höst	2 450	1 070	73,9
F2: 0 kg N vår	2 220 ^a	1 000 ^a	61,9 ^a
F2: 50 kg N vår	2 370 ^b	1 050 ^{ab}	69,0 ^b
F2: 100 kg N vår	2 400 ^b	1 060 ^b	71,0 ^b
F2: 150 kg N vår	2 560 ^c	1 120 ^c	80,0 ^c
F2: 200 kg N vår	2 620 ^c	1 110 ^c	83,3 ^c
F1	0,5163	0,5245	0,2340
F2	<0,0001	<0,0001	<0,0001
F1*F2	0,8837	0,8408	0,7597

Tabell 4. Mineralkväve (ammonium och nitrat) (kg N ha⁻¹) i 0-90 cm djup (0-60 cm i försök 03L005 på Gotland) i försöksserie D3-0151. Rutvis provtagning i led A (0 kg N höst, 0 kg N vår) och led I (50 kg N höst, 150 kg N vår). Vid skörd endast i led A

Försök	Led	Sådd ³	Höst	Vår	Skörd
03L002	A	79	38	36	27
03L002	I	-	42	44	-
03L003	A	125	116	96	- ²
03L003	I	-	101	102	-
03L004	A	42	36	32	- ²
03L004	I	-	36	31	-
03L005	A	319	53	72	87
03L005	I	-	54	74	-
03L006	A	164	104	97	47
03L006	I	-	114	100	-
03L007	A	- ¹	77	45	21
03L007	I	-	88	61	-
03L012	A	41	24	57	31
03L012	I	-	27	48	-

p-värde

¹ Prov saknas.

² Ej skördat p.g.a. riklig ogräsförekomst.

³ Generalprov vid sådd.

Tid och plats: 2008 - 2010.

Finansiering: SLU Ekoforsk

Kontaktperson: Maria Stenberg 0511-67274, maria.stenberg@mark.slu.se

Projektet genomförs i samarbete med Lena Engström, SLU, Ann-Charlotte Wallenhammar, HS Konsult AB, Ingemar Gruvaeus, HUSEC AB samt Per Ståhl, Hushållningssällskapet Rådgivning Agri

Minskad miljöpåverkan genom anpassade odlingssystem

Detta område fokuserar på att minska växtnäringsförluster och emission av växthusgaser genom anpassade odlingssystem. Fokus vad gäller växtnäringsförluster ligger både på gasformiga kväveförluster och läckage av kväve och fosfor. När det gäller växthusgaser ligger tyngdpunkten på lustgasemissioner och energibalanser. Forskningen är inriktad på att kvantifiera förluster under olika omständigheter samt på att spatialt modellera reglerande faktorer och mekanismer som kan användas för åtgärder samt för att identifiera riskområden.

Utlakning vid olika gödslingsintensitet vid odling av stråsäd

Stora insatser läggs på att informera lantbrukare om att de ska behovsanpassa sin kvävegödsling för att begränsa nitrattutlakningen. För att göra detta på ett bra sätt krävs dock bättre kunskap om hur utlakningen påverkas vid olika gödslingsnivåer relaterat till grödans kväveupptag, både över och under ekonomiskt optimum.

Målsättning

Målsättningen är att få en bättre bild av hur gödslingen påverkar utlakningen i relation till grödans kväveupptag. Detta för att ge ett bättre underlag till de utlakningsmodeller som ligger till grund för de regler och rekommendationer som utfärdas till lantbrukare.

Utförande

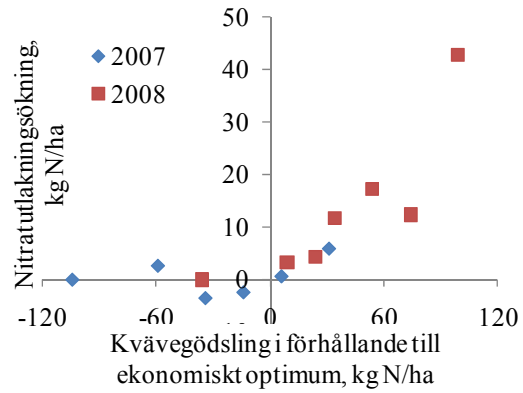
Fem ettåriga gödslingsförsök med stigande kvävegivor genomförs i havre, varav tre på lättjord (Götala, Skara) under åren 2007-2009 och två på lerjord (Lanna, Lidköping) under åren 2009-2010. Försöken på lättjord sker i försöksrutor som försetts med sugceller för provtagning av markvatten. Försöken på lerjord sker i separat dränerade försöksrutor med flödesproportionell provtagning. I försöken testas olika gödslingsgivor med utgångspunkt för normal gödslingsnivå för havre på den aktuella försöksplatsen.

Preliminära resultat

Från försöken på lätt jord finns preliminära resultat från 2007 och 2008 (Figur 3). År 2007 erhöles en ekonomiskt optimal kvävegiva på 104 kg N ha⁻¹ vid beräkning utifrån skörderesponskurvan och en priskvot mellan gödselkväve och spannmål på 10. Andra året, 2008, gödslades försöket efter uppkomst som följdes av veckor med torr väderlek. Detta innebar dålig skördere-

spons. Ekonomiskt optimal kvävegiva vid den gödslingstidpunkten blev 36 kg N ha⁻¹.

I försöket 2007 blev utlakningen högst i det led som fått delad giva, då andra givan följes av torra och därmed dåligt utnyttjande. Utlakningen skilde för övrigt mycket lite mellan leden, men var något högre i det högst gödslade ledet (figur 2). Utlakningen 2008 steg däremot kraftigt med ökad gödslingsnivå. De preliminära resultaten tyder på små skillnader i utlakning under ekonomiskt optimum (figur 2), men slutsatser bör dras först då data från ytterligare år finns. Minimum för utlakning för dessa båda år låg på ungefär samma nivåer som minimum för restkvävemängderna i marken efter skörd, vilket enligt anpassade andragradspolynom sammanföll med de gödslingsnivåer som gav en skördeökning kring 15 kg kärna per tillsatt kg N.



Figur 3. Kväveutlakning utöver utlakning i ledet utan gödsling, över och under ekonomiskt optimal kvävegiva.

Tid och plats: Försöket genomförs på Götala och Lanna försöksstationer 2007-2011.

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235
sofia.delin@mark.slu.se

Nitratutlakning efter olika spridningstidpunkter av flytgödsel till vall

Reglerna för spridning av stallgödsel har nyligen setts över av EU, och man vill ha strängare regler för spridning av stallgödsel på hösten för att begränsa risken för nitratutlakning.

Målsättning

Syftet med försöket är att undersöka effekten av olika spridningstidpunkter av flytgödsel i vall på framför allt nitratutlakning men även på skörd, kvalitet och kvävedynamik.

Utförande

Nitratutlakningen studeras i två försök med vall och tre olika spridningstidpunkter av nötflytgödsel, tidig höst, sen höst och tidig vår. Försöken är placerade på Götala försöksstation och utlakningen mäts m.h.a. sugceller. Ett försök såddes in 2009 och det andra 2010. Försöken innehåller block med ren gräsvall och med blandvall med både gräs och klöver för att kunna studera klöverns betydelse för kvävedynamiken.



Tid och plats: Försöket genomförs 2009 – 2013 på Götala försöksstation.

Finansiering: Jordbruksverket

Kontaktperson: Sofia Delin 0511-67235 sofia.delin@mark.slu.se

Emissioner av kväve i gasform från lerjord beroende av tidpunkt för jordbearbetning

Mineralkväve som ackumuleras i markprofilen under hösten riskerar att gå förlorat både genom utlakning och genom gasformiga förluster. Ett försök på lerjord på Lanna visade under åren 1998-2006 att kväve mineraliserat efter tidig plöjning under fuktiga höstar inte funnits kvar sen höst utan har troligen huvudsakligen försvunnit via emissioner till luften. Under 2009 startade mätningar av lustgasemissioner från tidig och sen höstplöjning samt från ett plöjningsfritt led.

Målsättning

I projektet skall vi mäta emissionen av lustgas (N₂O) från lerjord beroende av strategi för jordbearbetning på hösten. Målet är att kunna ge rekommendation för ett optimalt brukande av våra lerjordar där hänsyn tas till såväl ekonomiska som miljömässiga aspekter. Mätningarna skall göras kontinuerligt i nyanlagda ytor och under emissionsperioder även i ett långliggande försök med manuella kyvetter. Coupmodellen skall sedan användas för att simulera emissioner för dagens och framtidens klimat.

Utförande

Tidig höstplöjning ger kraftigt förhöjda halter av nitrat i marken och studier i det långliggande försöket R2-8408 tyder på att detta kväve under blöta, i västra Sverige normala förhållanden, avgår genom gasemissioner. Därmed förloras kväve från odlingssystemet som annars hade kunnat komma en efterföljande gröda tillgodo. Om dessa förluster sker i form av lustgasemission orsakas negativ miljöpåverkan då lustgas är en mycket kraftig växthusgas. I försöket på Lanna jämför vi sedan 1998, förutom tidpunkten för höstbearbetning, även plöjningsfri odling med konventionella system. Under 1997-2005 studerades mineralkvävedynamiken och innehåll av kväve i grödorna i försöket (Stenberg et al., 2005).

Senarelagd plöjning har i försöket tenderat att orsaka minskad avkastning och därmed sämre kväveutnyttjande. Trenden har förstärkts över åren. Provtagningar av mineralkväve tidigare år visade att kväve som ackumuleras i profilen under hösten efter tidig höstplöjning under normala och blöta år försvinner från profilen men ej genom utlakning utan troligen genom emissioner till luften.

Tio led jämfördes i tre block 1997-2006 (tabell 1). Från och med hösten 2006 förändrades försöksplanen genom att Cikorialedet slopades och led med ytlig bearbetning (Carrier) lades till (led E med fånggrödan och led F). Halmen lämnas nu kvar i alla led utom B och D. Mätningar av lustgasemissioner kommer att göras i led A, C och J. Försöksplanen har bytt namn till R2-8418 och ser nu ut enligt följande:

- A. Tidig höstplöjning (ca 1 sept.), halmen nedbrukas.
- B. Tidig höstplöjning (ca 1 sept.), halmen bortföres.
- C. Sen höstplöjning (ca 20-25 okt.), halmen nedbrukas.
- D. Sen höstplöjning (ca 20-25 okt.), halmen bortföres.
- E. Engelskt rajgräs och Carrier tidig vår, halmen kvar.
- F. Carrier tidig vår, halmen kvar.
- G. Stubbearbetning ca 1 sept., halmen nedbrukas, utan höstplöjning.
- H. Stubbearbetning ca 20-25 okt., halmen nedbrukas, utan höstplöjning.
- I. Plöjningsfri odling: Carrierkörningar ca 1 och 25 sept., halmen nedbrukas.
- J. Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1 och 25 sept., halmen nedbrukas.

Resultat

Trenden med lägre avkastning efter senarelagd plöjning har fortsatt efter år 2006 (tabell 5). Avkastningen har sjunkit dramatiskt i leden med stubbearbetning både utan och med efterföljande plöjning. Delvis kan det förklaras av ökande förekomst av kvickrot

i försöket så hela försöket behandlades med glyfosat hösten 2009. Leden E och F med ytlig bearbetning på våren har avkastat mycket lågt. Resultaten från mätningarna av emissioner från det långliggande försöket och från ytorna med kontinuerlig mätning redovisas senare.

Tabell 5 Försöksplan försök R2-8418 (tidigare R2-8408) och skörd (kg/ha och relativt) 1997-2009. Led E-I ändrade ledvisa åtgärder från och med skördeår 2007

Led	Jordbearbetning	Havre	Vårmete	Vårkorn	Havre	Vårmete	Vårkorn	Havre	Vårmete	Vårkorn	Havre	Vårmete	Vårkorn	Medel 1998- 2006/2007- 2009 ^{1,2}
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 ²	2008 ²	2009 ²	
A	Tidig höstplöjn., halm nedbr.	4530 =100	4580 =100	3850 =100	4810 =100	4490 =100	2800 =100	5120 =100	5570=	3820=	4670=	3340=	3280=	100
B	Tidig höstplöjn., halm bortf.	91	107	110	99	96	103	87	101	96	108	90	107	99
C	Sen höstplöjn., halm nedbr.	101	94	90	87	82	112	86	69	83	94	87	102	89
D	Sen höstplöjn., halm bortf.	90	110	106	93	90	101	85	74	78	96	89	80	90
E	Sen höstplöjn., fånggröda (eng. rajgr.), halm bortf./Carrier vår, eng. rajgr.	97	104	106	90	90	122	72	91	91	43	73	50	93/55
F	Sen höstplöjn., fånggröda (cikoria), halm bortf./Carrier tidig vår	99	96	97	88	88	71	63	84	89	76	73	36	88/62
G	Stubbearb. 1.9, halmen nedbr., sen höstplöjn./ ej höstplöjn.	94	102	102	92	94	105	84	92	92	99	37	59	94/65
H	Stubbearb. 25.9, halm nedbr., sen höstplöjn./ ej höstplöjn.	98	100	97	91	92	108	91	91	88	88	47	64	94/66
I	Stubbearb. 1.9 + 25.9, halm nedbr., sen höstplöjn./ ej höstplöjn.	91	106	109	93	96	112	79	95	96	105	41	77	96/74
J	Plöjningsfri odling: stubbearb. 1.9 + 25.9, halm nedbr.	99	97	101	92	96	129	103	81	82	105	68	78	91
Sign		n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	***	**	n.s.	n.s.	***	***	***	-

¹ Avkastning 2003 ej med i beräknat medelvärde. Sadelgallmygga orsakade då missväxt i försöket.

² Ny försöksplan från hösten 2006, se nedan. Sent sått 2008. Led E med rajgräs har rajgräset överlevt bekämpningar.

Tid och plats: 2009-2011 i fältförsök på Lanna i samarbete med Leif Klemedtsson, Per Weslien, Josefine Nylinder och Tobias Rütting, Inst. för växt- och miljövetenskaper, Göteborgs Universitet.

Finansiering: SLF

Kontaktpersoner: Maria Stenberg, 0511-67274, SLU, maria.stenberg@mark.slu.se
Åsa Myrbeck, 018-671213.

Referenser: Stenberg, M., Myrbeck, Å., Lindén, B., Rydberg, T. 2005. Inverkan av tidig och sen jordbearbetning under hösten på kväve mineraliseringen under vinterhalvåret och på utlakningsrisken på en lerjord. SLU, Skara. Avd. för precisionsodling. Rapport 3.

Utveckling av ett integrerat miljö- och produktionsindex för fosfor (EPI)

En optimal hantering av problematiken rörande läckage av fosfor från åkermark samt behovet av att tillföra erforderlig mängd näring för att uppnå en för bonden lönsam produktion kräver att dessa frågor behandlas integrerat. I det här projektet kommer produktions- och miljökrav för fosfor att kombineras genom en praktiskt användbar strategimodell för fosforgödsling som både innefattar miljöeffekter och ekonomisk optimering. Ett integrerat miljö- och produktionsindex (EPI) med optimal gödslingsstrategi kommer att utvecklas. Projektet genomförs av Barbro Ulén, Maria Stenberg, Mats Söderström och Bo Stenberg som är verksamma vid SLU i Uppsala och Skara.

Målsättning

Det övergripande målet med detta projekt är att utveckla precisionsodlingskonceptet och den använda behovsberäkningen så att både ekonomiska mål och miljömässiga riskfaktorer kan kombineras i ett miljö- och produktionsindex för fosfor. Modellen ska kunna appliceras platsspecifikt så att man ska kunna närma sig maximal uthållighet i konventionellt jordbruket. Beräkningar och tolkning av data genomförs med syfte att undersöka fosfortillförseln i relation till inomfältvariation av markkemi, textur, topografi och lutning minskar fosforförlusterna från jordbruksmarken.

Utförande

Två gårdar med höga fosforförluster och varierande förhållanden på fälten kommer att utnyttjas. Den ena är Logården, Grästorps med struktursvag mellanlera, den andra är Hacksta gård vid Enköping med styvare lera. Vid Logården är såväl markkemiska, markfysikaliska faktorer som fosforläckagen kända och effekten på fosforläckaget kommer att verifieras direkt. De försöksfält som undersöks har reducerad jordbearbetning. På Hacksta är markkemin välkänd. Nivån på fosforläckaget kommer att studeras i två mindre observationsytor som dessutom kommer att jämföras sinsemellan beträffande effekten av reducerad jordbearbetning.

Ett miljö- och produktionsindex (EPI) för fosfor som kan användas som beslutsunderlag kommer att tas fram och testas baserat på fältstudierna. Vid applicering av PI-S kommer de delar av fälten där transporten och källorna för fosfor sammanfaller att anses ha den högsta potentialen för fosforförluster. Markstrukturen är beskriven i fyra klasser och hydraulisk konduktivitet

adderas för att konceptuellt beskriva vattenflödet genom profilen antingen som makroporflöde eller som matrixflöde. Med hjälp av precisionsodlingskonceptet kan sedan gödslingen förfinas så att hänsyn tas till inomfältvariationerna. Gödslingen varierar så att denna minimeras i läckagekänsliga delar av fältet samtidigt som skörden optimeras genom tillförsel i övriga delar av fältet där det råder fosforbrist.

Utifrån provtagningen och med hjälp av P-index (PI-S) beräknas risken för fosforläckage i delar av fälten som motsvarar ungefär 0,1 ha. Storleken anpassas dock till den lokala topografien; områden med slutande mark görs mindre och planare större.

Resultat

Det svenska P-index (PI-S) som utvecklats av Djodjic & Bergström (2005) användes för att bedöma risken för P-förluster. Under två år gödslades två-fält enligt nuvarande P-rekommendationer från Jordbruksverket, några fält var ogödslade med avseende på P, medan ett par fält gödslades enligt en strategi som utvecklats i detta projekt. Denna strategi bygger på PI-S,

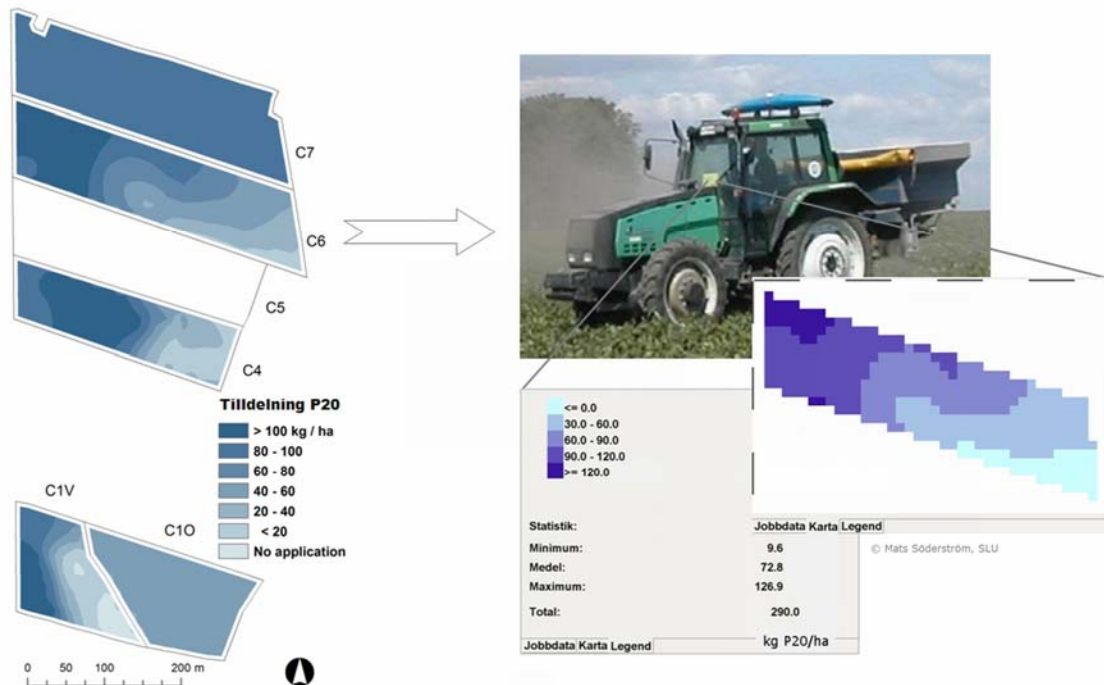
men är avsevärt förenklad. Faktorer för att bedöma risken för P-förluster var: DPS (grad av P-mättnad i marken) lokal marklutning (höjddata från dikningskartan) och växttillgänglig P i alven (P-ALalv). Dessa kombinerades med växttillgängligt P i matjorden (P-AL) och förväntad lokal avkastning. En linjär procentuell reduktion från respektive riskfaktor beräknades enligt:

- DPS: om $<20 \Rightarrow 0\%$, om $> 80 \Rightarrow 100\%$;
- Lutning: om $<2 \Rightarrow 0\%$, om $> 10 \Rightarrow 100\%$;
- P-ALalv: om $<8 \Rightarrow 0\%$, om $> 16 \Rightarrow 100\%$, under förutsättning att $P\text{-ALalv} - P\text{-AL} > 1$.

Den totala procentuella P-minskningen på Logården var ganska väl korrelerad med mer komplexa PI-S (när PI-S uppskattades

för olika fältdelar). Styrfiler för varierad gödsling av P kan tas fram enligt P-reduktionsmodellen (figur 4) och appliceras med hjälp av Yara N-Sensorterminalen som styrenhet. På detta sätt kommer högsta tilldelningen ske på delar av fält med lågt P i matjorden och en låg risk för P förluster.

I samarbete med Karin Blombäck, SLU startade arbete med att utnyttja projektets insamlade data på Logården för att försöka använda fosforläckagemodellen Icecream för att testa simulering av läckage i olika situationer. Det arbetet kommer att fortsätta under 2010, då projektet ska slutredovisas.



Figur 4. Varierad fosforgödsling på Logårdens integrerade delar. Styrning sker m h a N-sensorterminalen.

Tid och plats: Försöken genomförs på Logården (Grästorps) och Hacksta (Enköping) under perioden 2006-2008.

Finansiärer: SLF

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU (projektledare), mats.soderstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Barbro Ulén, Maria Stenberg och Bo Stenberg, SLU

Jordbearbetningssystem på lätt och styv lera - produktion, ekonomi och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder

Minimerad jordbearbetning har blivit alltmer intressant som ett medel att minska produktionskostnader och miljöpåverkan inom jordbruket. I två långliggande försök med olika lerhalt på Östad säteri jämförs tre olika bearbetningssystem i sexåriga växtföljder. Undersökningen avslutades under 2008 och har slutrapporterats under 2009.

Målsättning

att jämföra hur olika intensiva jordbearbetningssystem påverkar produktionsförmågan, miljö och produktionskostnader under flera växtföljdsomlopp.

att jämföra de olika bearbetningssystemen i två försök med olika lerhalt.

att undersöka om en grüngödslingsgröda påverkar växtföljden positivt.

Utförande

Undersökningen startade 1996/1997 och utfördes på Östad säteri, Alingsås, i två fältförsök med olika lerhalt. Sexåriga växtföljder tillämpades med viss anpassning till jordarten i båda fallen, med både höstsådda och vårsådda spannmålsgrödor samt åkerbönor (tidigare våroljeväxter). Vidare jämfördes hur en grüngödslingsgröda påverkade växtföljden i förhållande till en växtföljd utan grüngödsling. Alla grödor fanns representerade varje år i de båda försöken. I respektive fält utfördes tre olika bearbetningsstrategier med avseende på olika intensiteter: Konventionell, reducerad samt extremt reducerad bearbetning. Utöver skördemätningar studerades ogräsförekomst och i försöket med lättare lera togs jordprov under säsongen för att studera mängden mineralkväve i marken. Undersökningen genomfördes under två sexåriga växtföljdsomlopp.

Resultat

De genomsnittliga skördenivåerna har varit ganska låga. I försöket på lättlera var avkastningen i de höstsådda grödorna högst i leden med konventionell bearbetning, medan det i de vårsådda grödorna inte fanns några skillnader i avkastning mellan bearbetningsstrategierna. I försöket med styvare lera har i alla grödor ledet med konventionell bearbetning haft den högsta genom

snittliga avkastningen, men skillnaderna var inte statistiskt säkra i alla grödor. På grund av den relativt låga skördenivån var kväveutnyttjandet överlag ganska lågt och i stort sett överensstämmande med skördenivåerna. Försöken ger inga tydliga belägg för att reducerad jordbearbetning skulle minska risken för kväveförluster.

Resultat från undersökningen för åren 1996-2003 har rapporterats i:

Lundström, C., Roland, J., Tunared R., & Lindén, B. 2004. Jämförelser mellan jordbearbetningssystem på lätt och styv lera. Avdelningen för precisionsodling. Skara 2004.

Slutrapport: Roland, J., Lundström, C., Nyberg, A. 2009. ”Jämförelser mellan jordbearbetningssystem på lättlera och styv lera – Produktion och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder”. Precisionsodling 2009:3. 38 sidor.

Tid och plats: Östad Säteri, 1996-2008 och slutrapporterades under 2009.

Finansiering: Östadsstiftelsen

Kontaktperson: Johan Roland
0511-67139, 0510-530005

Johan.Roland@mark.slu.se

Undersökningen skedde i samarbete med Jordbearbetning och hydroteknik, Mark och miljö, SLU Uppsala

Digital kartering och pedometri

Digital markkartering handlar om att skapa och samla in data till georefererade databaser med en viss spatial upplösning. Data härstammar från metoder för fält- och laboratorieanalyser kopplade till miljödata via kvantitativa samband. Digitala data från fjärranalys, proximala mark- och grödsensorer liksom klassisk markkartering kombinerade med positioneringssystem är utgångspunkten. Tekniker för insamlande av sådana fältdata är bl.a. mark, flyg eller satellitburna sensorer för spektral bildanalys och diffus reflektansanalys (t.ex. nära infraröd spektroskopi; NIR), mark- eller flygburna sensorer för mätning av gammastrålning samt markburen dito för elektrisk konduktivitet. Genom trådlösa sensornätverk kan man även genomföra effektiv datainsamling med syfte att studera variationen i tiden.

Pedometri innefattar tillämpningen av matematiska och statistiska metoder på ovanstående data för att studera distributionen av marktyper. Målet för pedometrin är att uppnå en bättre förståelse för marken som ett fenomen som varierar över olika skalor i tid och rum. Utan denna förståelse blir det inte bara omöjligt att anpassa odlingen till förutsättningarna på varje enskild plats och i varje enskilt bestånd utan den är också en förutsättning för vetenskaplig värdering av marken och de agrara, ekologiska och hydrologiska system den är en del av.

Ny markkarteringsstrategi anpassad för modellering och precisionsodling

Vid markkartering idag är antalet provpunkter normalt begränsat till omkring ett prov per hektar. I dagens tillämpade precisionsjordbruk är en betydligt högre upplösning möjlig för olika insatser såsom gödsling och kalkning. De kartor som skall tjäna som underlag för platsspecifika insatser måste alltså vara av större noggrannhet än vad som är möjligt utifrån ett prov per hektar. Med hjälp av nära infraröd (NIR) spektroskopi skulle det kunna vara möjligt att öka antalet provpunkter utan att kostnaderna nödvändigtvis blir högre. Detta projekt var en central del av Johanna Wetterlinds avhandling som hon försvarade 2009.

Målsättning

Att utveckla strategier för att välja ut minsta möjliga antal representativa referensprov för fullgoda NIR-kalibreringar utifrån kunskap om platsen och redan tillgängliga data.

Att utveckla strategier för att välja ut minsta möjliga antal provplatser som kan interpoleras till exakta jordartskartor utifrån kunskap om platsen och redan tillgängliga data.

Att visa på möjligheten och bästa teknik för att kalibrera lokala NIR-modeller med få referensprov.

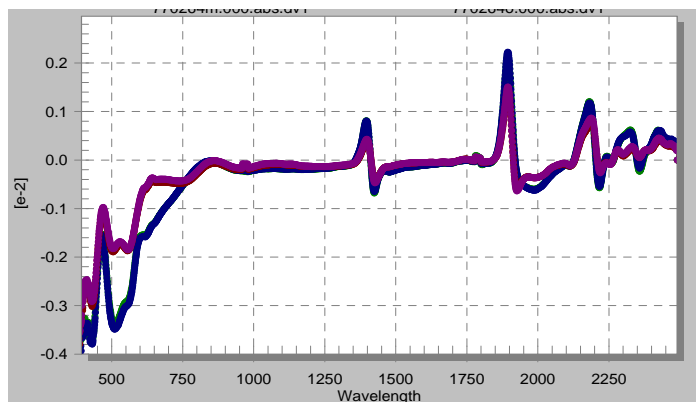
Att visa på möjligheten och bästa teknik för att interpolera NIR-predikerade data till noggranna jordartskartor.

Att visa på kostnaderna för erforderlig kartering i förhållande till konventionell kartering.

Utförande

De markparametrar som ingår i projektet är: textur indelat i sand, silt och ler, mullhalt, totalkväve, pH samt AL-extrakt av P, K, Ca och Mg. Två gårdar på omkring 100 ha vardera har utnyttjas för att utveckla strategier för att välja ut provpunkter och vilka som skall utnyttjas som referensprov. Gårdarna karterades innan försöket med EM-38 och flyg- alternativt satellitbilder, beroende på vad som fanns tillgängligt. Dessa karteringar användes som grund för

utplacering av provplatser och jämfördes med rutvis kartering. Förutom de två karteringarna användes även variationen i NIR-spektrum för val av referensprover som de klassiska analyserna skall utföras på. Fyra platser har provtagits och analyserats: Hacksta mellan Strängnäs och Enköping, Sjöstorp utanför Lund, Bränneberg på Varaslätten och Kärrtorp mellan Skara och Skövde. Hacksta och Bränneberg domineras av lerjord medan Kärrtorp och Sjöstorp är mindre leriga med inslag av sand- eller mojordar.



Figur 5. Exempel på NIR-spektrum från några olika jordar. I det här fallet är spektrumen deriviverade för att framhäva svaga signaler och för korrigering av baslinjen.

Resultat

Skillnaderna mellan de olika urvalsprinciperna för jordprov var väldigt liten. Inför provtagning av valideringsgårdarna användes därför elektrisk konduktivitet för urvalet. Orsaken var att NIR förutsätter att man kan bestämma vilka prover det skall göras referensanalyser på kan bestämmas först efter det att NIR-analysen skett och data utvärderats. Sattelitbilder å andra sidan kan vara svåra att få heltäckande från en hel gård med samma marktäckning. Elektrisk konduktivitet är inte lika känsligt för sådana variationer och är relativt lätt att mäta. Mull- och lerhalt är de parametrar som fungerat bäst och resultaten visar att kombinationen med NIR och elektrisk konduktivitet resulterar i betydligt mer detaljrika och korrekta markkartor än den gängse metoden med 0,5 prov per ha i ett rutnät (Figur 6; Wetterlind et al. 2008). Med enbart 25 prov för kalibrering predikterades resterande prov mycket väl för ler- och mullhalt och relativt bra för sand och silt (tabell 6). För prediction av pH och P-, K-, och Mg-AL, behövdes mer än 25 kalibreringsprov, men då kunde fullt användbara kalibreringar göras även för dessa parametrar.

Förutom att bara använda de 25 lokala kalibreringsproven testades även att prediktera valideringsproven med en nationell kalibrering bestående av 400 referensprov från Svensk åkermark. Generellt gav dessa kalibreringar sämre resultat, men genom att spetsa det nationella datasetet med 5,

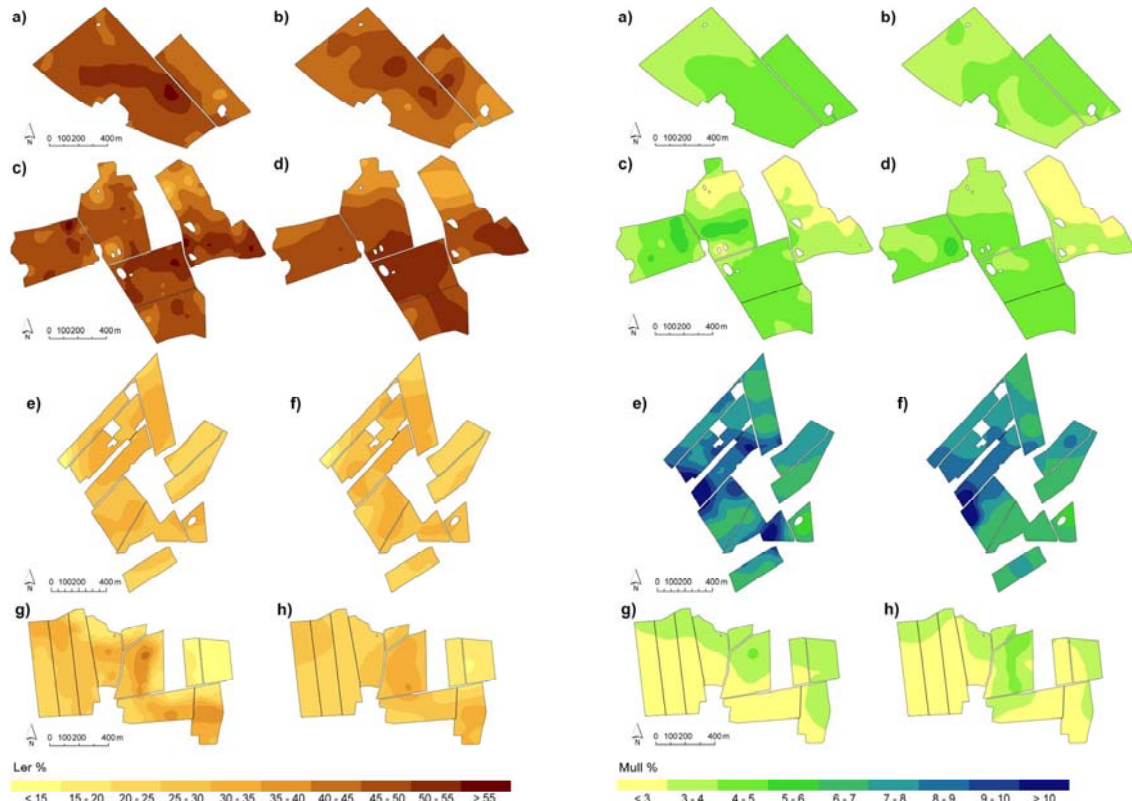
10, 15, 20, och 25 av de lokala kalibreringsproven uppnåddes för det mesta resultat likvärdiga med den lokala modellen annat än i enstaka fall då sämre eller marginellt bättre resultat uppnåddes (Figur 7).

Slutsatser

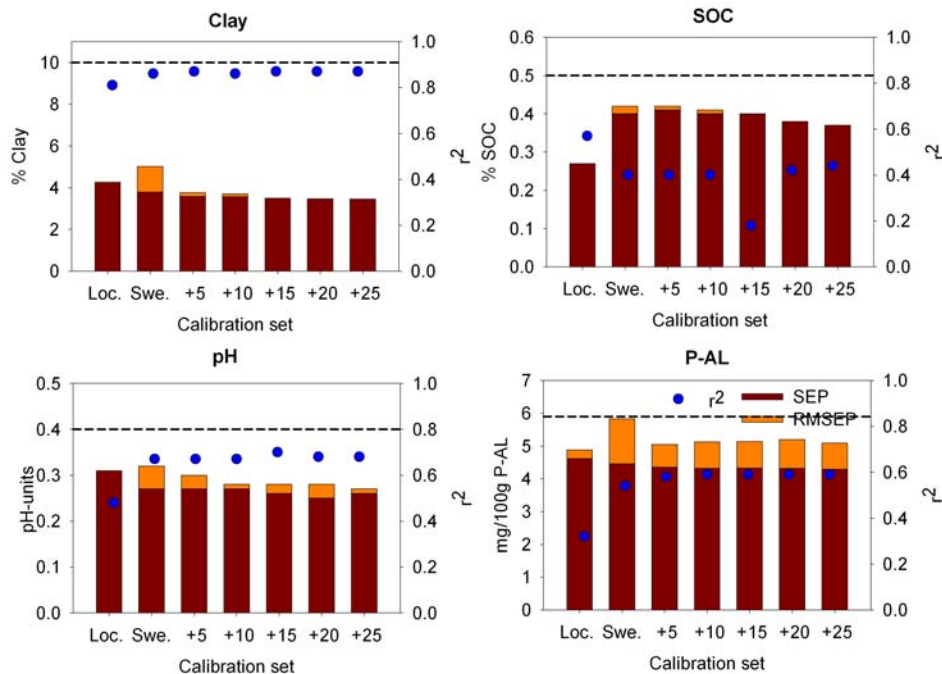
Resultaten visar att metoden är fullt användbar jordartskartering, framförallt ler- och mullhalt. pH och P-AL skall inte förkastas, men troligen behöver antalet referensprov utökas en del och områden med höga P-AL tal måste kunna identifieras utifrån kunskap om gårdens historia eller gamla markkartor. Dessa behöver egentligen inte analyseras eftersom P-gödsling inte behövs på lång tid.

Det är svårt att räkna på vad strategin skulle innebära ekonomiskt eftersom så mycket hänger på osäkra provtagningskostnader och hur laboratorier väljer att prissätta NIR-analysen. Tar man däremot de jordartsanalyser som görs på vart tredje hektar inom miljöstödet borde en ytterligare NIR-analys på samtliga prov och kalibreringar inte behöva kosta mer än 5-10.000 kronor mer för 100 ha. Då får man en användbar kartering.

För att fullt ut utnyttja NIR-tekniken är det viktigt att kunna hålla ner antalet referensprov från den enskilda gården. En generell Svensk kalibrering vore det optimala, men vi att detta inte fungerade. Att däremot använda en kombination, och då eventuellt med så få som 5-10 lokala referensprov, kan fungera lika bra rent lokala kalibreringar med 25 prov.



Figur 6. Interpolerade ler och mullhaltskartor. a,c,e och g bygger på tät provtagning och NIR-predikterade data och b,d,f och h på traditionell kartering och analys. Uppifrån och ner: Bränneberg, Hacksta, Kärtrorp och Sjöstorp.



Figur 7. Prediktion av valideringsprov på Sjöstorp med enbart 25 lokala kalibreringsprov, enbart ett nationellt dataset representativt för svensk åkermark samt det nationella datasetet spetsat med upp till 25 lokala prov. Blå prick representerar r^2 -värdet mellan mätt och predikterat, brun stapelmedelavvikelsen mellan mätt och predikterat korrigerat för bias och brunt plus orange okorrigerad medelavvikelse. Den streckade linjen motsvarar standardavvikelsen.

Tabell 6. Prediktionsresultat enligt oberoende valideringsprov med NIR-kalibreingarna. Antalet valideringsprov är 61, 112, 65 respektive 81 på Bränneberg, Hacksta, Kärrtorp och Sjöstor.

		Bränneberg	Hacksta	Kärrtorp	Sjöstor
Ler (%)	r^2	0.61	0.82	0.48	0.80
	RMSEP	3.5	3.6	3.6	4.0
	RPD	1.3	2.3	1.2	2.3
Silt (%)	r^2	0.62	0.61	0.29	0
	RMSEP	3.2	4.1	4.2	4.3
	RPD	1.4	1.6	0.9	1.0
Sand (%)	r^2	0.30	0.89	0.53	0.75
	RMSEP	2.6	3.0	5.0	5.6
	RPD	0.8	3.0	1.5	2.0
Mull (%)	r^2	0.70	0.89	0.71	0.57
	RMSEP	0.21	0.32	0.91	0.47
	RPD	1.9	3.0	1.5	1.9
tot N (%)	r^2	-	0.89	-	0.56
	RMSEP	-	0.018	-	0.025
	RPD	-	3.0	-	1.5
pH	R^2	0.49	0.50	0.50	0.48
	RMSEP	0.10	0.19	0.22	0.31
	RPD	1.3	1.4	1.4	1.4
P-AL (mg 100g ⁻¹)	R^2	0.05	0.36	0.31	0.31
	RMSEP	1.8	5.4	3.0	3.4
	RPD	1.0	1.2	1.2	1.5
K-AL (mg 100g ⁻¹)	R^2	-	0.74	-	0.49
	RMSEP	-	2.3	-	3.8
	RPD	-	2.0	-	1.4

RMSEP=Residual Mean Squared Error of Prediction

RPD=Standardavvikelse/RMSEP

Tid och plats: Projektet slutredovisades 2009**Finansiering:** SLF**Kontaktperson:** Bo Stenberg 0511-67276

Bo.Stenberg@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Mats Söderström; Johanna Wetterlind SLU**Publikationer:**

Wetterlind, J., Stenberg, B. and Soderstrom, M., 2008. The use of near infrared (NIR) spectroscopy to improve soil mapping at the farm scale. Precision Agriculture, 9(1-2): 57-69.

Wetterlind, J., Stenberg, B. and Soderstrom, M., 2010. Increased sample point density in farm soil mapping by local calibration of visible and near infrared prediction models. Geoderma, 156(3-4): 152-160.

Wetterlind, J. and Stenberg, B., 2010. Near infrared spectroscopy for within-field soil characterisation – Small local calibrations compared with national libraries spiked with local samples. European Journal of Soil Science, In Press.

Wetterlind, J., 2009. Improved Farm Soil Mapping Using Near Infrared Reflection Spectroscopy, SLU, Thesis 2009:68Soil and Environment, Skara, 73 pp.

Tredimensionell markkartering

Markens vatteninnehåll påverkar inte bara grödans tillväxt och utveckling. Bördighet och miljöpåverkan beror också -genom flera processer- på fuktigheten. Kvävemineralsättning, patogenförekomst, växtnäringsläckage och lustgasavgång är exempel på processer som påverkas av markfukten. För att göra digitala kartor över markens fuktighet och dess förändring över tiden behövs kunskap om markens fysiska egenskaper inte bara i matjorden utan även i alven, d.v.s. i tre dimensioner.

Målsättning

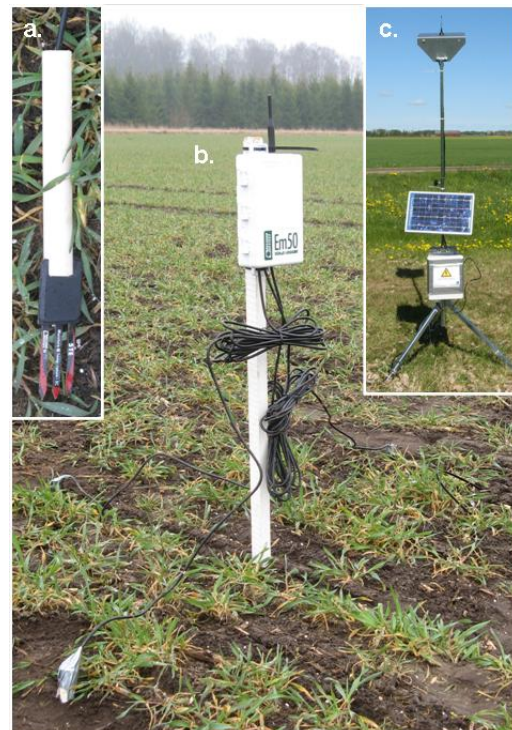
Projektet ska ta fram strategier för hur mätdata från olika typer av sensorer kan integreras och kalibreras mot jordprover för tredimensionell markkartering. Projektet syftar också till att utveckla en metod för interpolering av markfuktigheten baserat på den tredimensionella jordartsmodellen samt enkla väderobservationer och markvattenövervakning i ett fåtal punkter.

Utförande

Ett fält med utpräglad jordartsvariation både horisontellt och på djupet (Bjertorp, skifte 10) valdes ut för studier inom projektet. Från fältet finns sedan tidigare jordartsanalyser av matjorden. Nya jordprover för bestämning av kornstorleksfördelning, mullhalt, porositet och vissningsgräns togs på tio punkter \times sju djup (0-70 cm). Under fältsäsongen 2009 övervakades markfukten med ett trådlöst sensornätverk (Figur 8). Sensorer installerades på tio punkter \times tre djup. Sensorer för regn, luftfuktighet, temperatur och ljusinstrålning ingick också i det trådlösa nätverket. Väder och markfukt ska övervakas på samma sätt även under fältsäsongen 2010.

Preliminära resultat

Fältmätningarna under 2009 fungerade bra och jordproverna har delvis analyserats. Arbete med den tredimensionella multivariata jordartskalibreringen pågår.



Figur 8. Markfukten mättes med ett trådlöst sensornätverk. a) sensor b) logger med sändare c) solcellsdriven basstation, som tar emot data från loggrarna i fältet.

Tid och plats: Projektet genomförs 2009-2011 med fältmätningar på Bjertorp 2009 och 2010.

Finansiering: Lönedel SLU, Jordanalyser POS

Kontaktperson: Kristin Piikki 0511-67276 Kristin.piikki@mark.slu.se

Platsspecifik snabbbestämning av skördebegränsande markfysikaliska egenskaper

För att det skall vara möjligt att framgångsrikt anpassa odlingsåtgärder i precisionsodling räcker det inte med att känna till variationer i grödan från exempelvis skördekartor eller N-sensormätningar. Dessa anger enbart det historiska utfallet, men säger ingenting om orsakerna. Relationer mellan skörd och markfysikaliska parametrar, speciellt variationer i alven, är mycket lite studerade. Inte desto mindre är det rimligt att anta att skördebegränsande faktorer i många fall står att finna i alven bland fysikaliska parametrar, särskilt sådana som påverkar vattnets tillgänglighet och rötters penetrationsförmåga.

Målsättning

Att utveckla ett redskap som samtidigt gör NIR- och penetrationsmätningar on-line på olika djup i markprofilen, och att utvärdera dess potential att mäta textur, mullhalt, penetrationsmotstånd samt vattenhalt, vattenretention och ev. uttorkning

Att relatera resultaten från snabbmätningarna och de traditionella mätningarna till variationsmönster i skörd

Att utreda orsakssambanden mellan mätta markegenskaper (rotdjup/vattenförhållanden) och skördemönster

Utförande

Försöket har utförts på Kvarngärde strax väster om Uppsala. Tjugo referenspunkter fördelades över ca 10 ha av fältet för att täcka in så stor del av jordartsvariationen som möjligt. I varje punkt gjordes följande mätningar till 1 m djup i 10 cm intervall:

Texturanalys

Mullhalt bestämd med LECO.

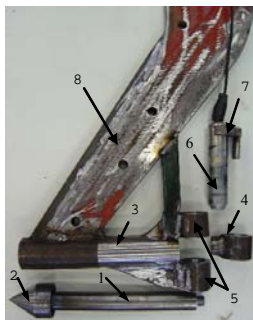
Vattenhållande förmåga och genomsläpplighet i ostörda jordprover.

Vattenhalten bestämdes gravimetriskt 3 ggr under vegetationsperioden.

NIR-mätningar gjordes tre ggr under vegetationsperioden. Dels direkt i fält och dels på jordprover på lab, både torkade och vid befintlig vattenhalt. Maximalt rotdjup bestämdes varannan vecka under vegetationsperioden.

Vid fastläggningen av försöken gjordes en punktvis bestämning av markens penetromotstånd och resistivitet.

Förutom dessa punktmätningar, mättes elektrisk konduktivitet, markens hållfasthet och NIR-mätningar on-line.



Figur 9. Detaljer till horisontell penetrometer. 1-tryckstång, 2-konisk spets, 3-hylsa, 4-kraftöverföringshylsa, 5-mothållshylsor, 6-kraftgivare, 7-låsstycke, 8-plogkropp.



Figur 10. NIR-hållare monterad på penetrometerbillen.

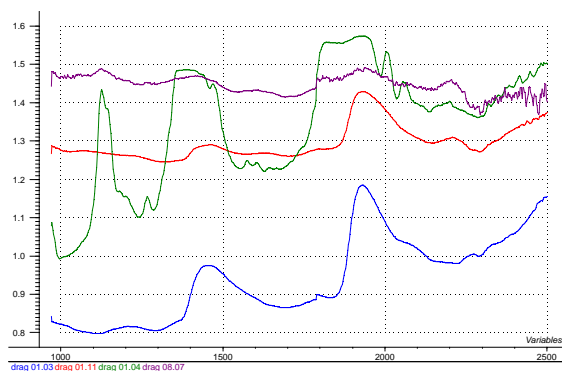
Resultat

Under de två första åren har referenspunkterna följts och prover har tagits. Analys av dessa fortgår. Dessutom har en bill för automatisk mätning av det horisontella penetrationsmotståndet under färd utvecklats (figur 9) Under 2005 kompletterades denna också med en prob för samtidig mätning av NIR-spektrum via fiberoptik.

Mätningar med penetrometern har fungerat bra för samtidig mätning vid 10 cm och i plogsulan, men med en bill även på 50 cm blir det ofta för tungt och svårt att få ned billarna till rätt djup. Preliminära resultat visar på vissa samband med tidigare års skördekartor.

NIR-proben placerades bakom billen för att sitta skyddad och kunna mäta i den fåra som billen bildar (figur 10).

Resultaten från NIR-mätningar on-line visar att det går att få fina spektrum, men att det är svårt att få proben att gå med stabil höjd i förhållande till jordytan. Oftast går proben en bit ovanför. Detta ger svagare signal och ibland mycket brusiga spektrum. Spektrum med inslag av halm är lätt urskiljbara från jordspektrum (figur 11).



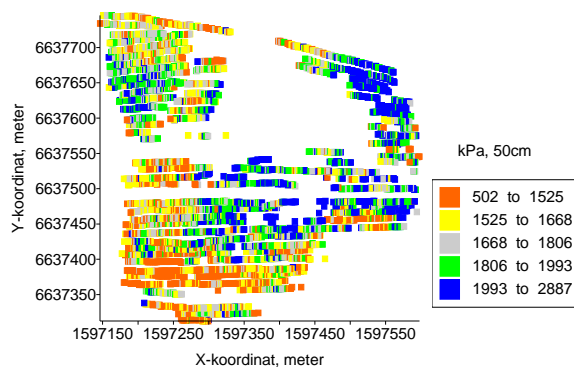
Figur 11. Otransformerade absorptionspektrum ($1/\log(\text{reflektans})$) från Bra spektrum (blå), Normalt spektrum (röd), Svag signal (lila) och med Halmslag (grön).

Tid: Projektet skall slutredovisas under 2010

Finansiering: SLF och VL-stiftelsen

Kontaktperson: Bo Stenberg 0511-67276
Bo.Stenberg@mark.slu.se

Projektet utförs i samarbete med Avdelningen för jordbearbetning och JTI.



Figur 12. Exempel på upplösning av data efter filtrering för kompensation av variation i mättdjup. Penetrationsmotstånd på 50 cm djup.

Bättre öl med fjärranalys?

Malkorn är en utmanande gröda för odlaren med strikta kvalitetskriterier. I vissa fall har det visat sig att proteinhalten kan avvika från det önskade (intervallet 9,5-11,5 %), och att inomfältvariationen kan vara betydande. Det finns en modell för anpassning av kompletteringsgivan av N som används i Yara N-Sensor. Både från odlare och malkornsindustrin finns behov av bra prognosverktyg för odlingen.

Målsättning

Syftet är att utvärdera om det är möjligt att använda satellitdata i olika upplösning för att skala upp den fältbaserade prognosmodellen för malkorn till större områden. Den använda prognosmodellen ska även utvärderas och ev modifieras genom grödklippning och labanalys av proteininnehåll. Tanken är att satellitdata skulle kunna användas för att skapa regionala prognosmodeller för malkorn.

Utförande

Arbetet koncentrerades till två regioner, dels Västra Götaland och dels Mälardalen (se figur 13). De båda områdena skiljer sig ofta åt med avseende på proteinhalter i malkorn. I det förstnämnda området noteras vanligen relativt låga proteinhalter medan det omvända ofta förekommer i Mälardalen. Med hjälp av rådgivare på Lantmännen valdes 5-10 malkornsfält. Fälten skannades med Yara N-Sensor vid två tillfällen, dels i ungefär tillväxtstadium 37 och dels senare i stadium 69.

Yara N-Sensormätning gjordes i huvudsak i stadium 69. Strax före skörd samlades i varje fält sex-tolv kontrollprover in från olika delar av fältet där mätningen med Yara N-sensor indikerat att förhållandena var olika med avseende på N-behov och biomassa. SPOT 5- eller IRS-scener över de provtagna fälten införskaffades antingen från Lantmäteriet eller via Success i så nära anslutning till sensormätningarna som möjligt. Data från Lantmännen, SMHI och Jordbruksverket användes också (se figur 13).

Resultat

Om data från ett år och en region användes gick det att göra en relativt bra prognosmodell för proteinhalt i malkorn ($r^2 \approx 0,7$ och RPD ≈ 2) med hjälp av ett urval av reflektanskvoter (vi använde generellt kvo-

ter mellan olika våglängdsband i stället för enskilda våglängder) från Yara N-Sensor i stadium 69 kombinerat med väderdata. Om man blandade N-sensordata från båda år och regioner blev resultatet sämre ($r^2 \approx 0,5$ och RPD $\approx 1,5$). Antalet kvoter kunde reduceras avsevärt jämfört med alla ingående variabler utan att modellerna försämrades mer än marginellt.

Det gick att ta fram motsvarande modeller med hjälp av Spot- och IRS-data med 10-20 m spatial upplösning, men precisionen i prediktionen blev något sämre ($r^2 \approx 0,55$ och RPD $\approx 1,6$ i medeltal för två år). Intressant var att MIR-bandet gav viktig information om variationen i proteinhalt.

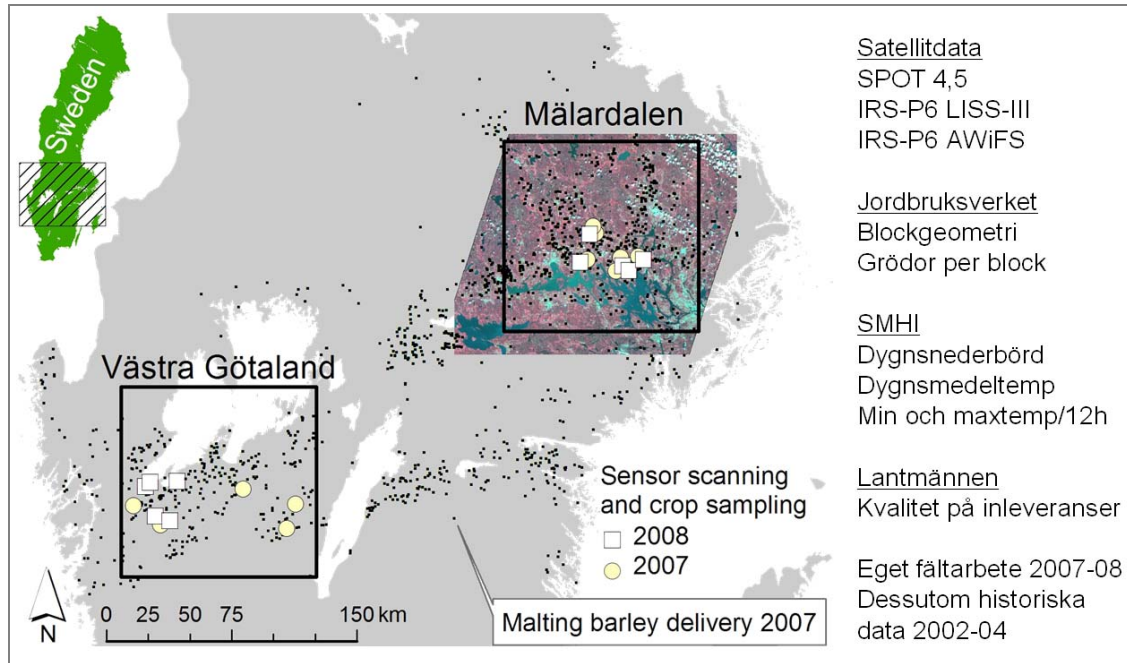
En lokal PLS-modell som enbart baserades på kvoten MIR/G och väder fungerade bra vid uppskalning till en regional prediktion av malkornsprotein i Mälardalen 2007, men i andra fall var det bättre att även inkludera andra kvoter, t.ex NIR/R, vid en prediktion.

De vädervariabler som användes verkade användbara i kombination med fjärranalysdata. Variationen i proteinhalt över landet kunde till delar ($r^2 = 0,50$) förklaras av skillnader i väder, medan den lokala variationen bättre beskrivs med reflektansdata.

Med utgångspunkt från de resultat vi fått fram i det här projektet verkar det vara nödvändigt att kalibrera modeller med grödprover, både vad gäller Yara N-Sensor

och satellit om man ska uppnå godtagbar noggrannhet i prediktionen. Under 2009 uppmärksammades projektet i ATL (nr 18, 2009) och Lantbrukets Affärer (nr 3, 2009). Projektet presenterades vid ECPA '09 i Wageningen och slutrapporte-

rades till Rymdstyrelsen under hösten. Slutrapporten finns tillgänglig som en POS-rapport (Teknisk rapport nr 20). Ett manuskript insändes till Precision Agriculture.



Figur 13. Läget på de två arbetsområdena, samt exempel på data som använts. I Mälardalen visas i bakgrunden satellitdata från IRS-P6/LISS III..



Figur 14. Kornfält i Västergötland med olika proteinhalter markerade. En prognoskarta visas också. Pilen i kartan visar var fotot är taget. Bakgrundsfoto: Knud Nissen

Finansiärer: Rymdstyrelsen och Lantmännen

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU (projektledare), mats.soderstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: CG Pettersson, Thomas Börjesson, Knud Nissen, Lantmännen; Olle Hagner, SLU; Lars Barring, SMHI.

Optimering av metod för att analysera mullhalt och ler med nära infraröd reflektansspektroskopi (NIR)

Vi vet att generella kalibreringar för NIR-bestämning av lerhalt kan göras på lab (torkade och malda prov), men också att det inte går så bra att mäta mullhalt. Detta trots att organiskt material ger direkt signal i det nära infraröda området. Vi har tidigare visat att högt innehåll av sand och mopartiklar kan störa kalibreringarna och att de skulle fungera för enbart relativt leriga jordar. Uppenbarligen absorberar humus trots allt svagt i NIR-spektrum från mineraljordar. Det finns emellertid andra studier som visar att mullhalten bättre kan predikteras om även den synliga delen av spektrum (350-780 nm) inkluderas. En orsak anses vara att ljusheten i provet är en viktig egenskap i det synliga området. Men trots det faktum att en jord är mörkare ju mer humus den innehåller spelar även textur, mineralogi och inte minst fuktighet in. I några studier tycks ett visst fuktinnehåll förbättra prediktionsförmågan av humus. Vatten absorberar mycket starkt i NIR-området och hög vattenhalt befaras ofta överskugga annan absorption i närliggande överlappande band. Likaså är NIR-området känsligt för ljusspridningseffekter, vilket gör att ett prov med grov struktur reflekterar mindre. Vid oförsiktig omblandning av prov faller finare partiklar nedåt och ytstrukturen blir grövre. NIR-spektroskopi penetrerar provet mycket lite och denna stratifiering av provet skulle också kunna påverka spektrumens representativitet om stratifieringen även gäller jordens kemiska och fysikaliska sammansättning.

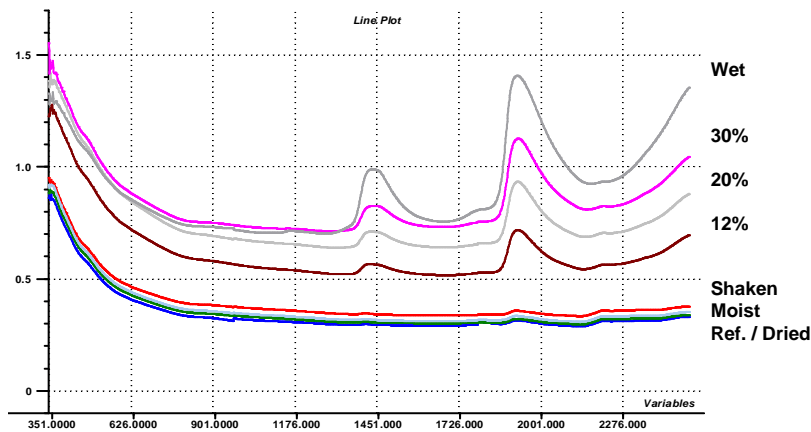
Målsättning

Utreda möjligheterna att ta fram generella kalibreringar även för mullhalt, liksom de som finns för lerhalt, genom att inkludera den synliga delen av spektrum och utreda om standardiserad fuktighet kan utnyttjas för att förstärka humusens specifika absorption i NIR-området. Dessutom avsågs att utvärdera effekten på prediktion av ler- och mullhalt även av annan förbehandling av jordprov, såsom stratifiering genom skakning, torkning i 35°C eller uppfuktning i hög luftfuktighet, omedelbart innan NIR-analys.

Utförande

Till projektet har ett urval på ca 400 jordar gjorts från proverna i studien ”Tillståndet i svensk åkermark” som tidigare analyserats med enbart NIR-området (1000-2500 nm). Tvåhundra prover med lerhalt över 30% och 200 med lerhalt under 30% sorteras fram så att en så jämn spridning i både mull- och lerhalt uppnåddes utan någon intern korrelation.

Synligt och NIR-spektrum mäts på samtliga prov i sitt befintliga torra och malda skick, torkat ett dygn i 35°C samt i ökande grad av fuktighet i fyra nivåer (80 % luftfuktighet ett dygn, 12, 20 och 30 vol-% tillsatt vatten). Dessutom inkluderades ett led där provet skakades före analys i avsikt att skapa en jämn mätyta. I övrigt plattades provet försiktigt ut för att undvika stratifiering av partikelstorlekar.



Figur 15. Effekt på absorptionspektrum av de olika behandlingarna. "Wet" innebär att 12 vol-% vatten utöver de 30% inte tilläts absorberas i provet utan fritt vatten fanns ofta på ytan.

Resultat

Generellt blev resultaten något bättre genom att inkludera synligt ljus. Samtliga redovisade resultat avser dessa spektrum i fortsättningen. Att torka proven eller fukta dem i hög luftfuktighet påverkar spektrum mycket lite. Att skaka provet ger en svagt högre påvisad absorptions över hela spektrumet (Figur 15). Detta beror på att ytan då består av grövre partiklar, vilket ökar ljusspridningen och mindre ljus reflekteras. Det är alltså en artefakt. Tillsatt vatten ger på motsvarande sätt en lägre reflektans, men den tydligaste skillnaden i övrigt är att de båda vattentopparna vid 1400 och 1900 nm, som är karaktäristiska för ett jordspektrum, ökar kraftigt.

Resultaten visar tydligt positiva effekter av en standardiserad mängd tillsatt vatten för prediktion av både organiskt kol och lerhalt, men också att fritt vatten på ytan reducerar den positiva effekten (Figur 16 och 17). För lerhalt kan förbättringen härledas (data ej visade här) till tydligare differentiering av lerhalt i vattentopparna vid 1400 och 1900 nm. I de lufttorra proven har prov med hög lerhalt högre vattenhalt eftersom ler adsorberar vatten bättre än sand. Med tillsatt vatten blir det däremot tvärtom eftersom det blir mer fritt vatten i en sandjord, och detta absorberar starkare i NIR-området. För organiskt kol kan förbättringen till följd av tillsatt vatten till stor del härledas till absorptionsband kring 1728

och 1760 nm och 2250-3350 nm (data ej visade här). Detta är områden kända för att absorbera svagt i NIR, men mekanismen varför inverkan av organiskt material blir starkare med tillsatt vatten är fortfarande oklart. Däremot visade det sig att det var jordar med mycket sand som stod för den avgörande delen av förbättringen när prediktionsfelen prov för prov jämfördes. Felet bestod till största delen dessutom av överprediktioner (Figur 18). Slutsatsen är att den kraftiga positiva effekten för organiskt kol av standardiserad fuktning av jordar med mer än 60 % sand/grovmo legitimerar merarbetet med fuktning av prov. Förutsättningen är att kalibreringar görs för både lufttorra jordar samt med 20 vol.-% vatten.

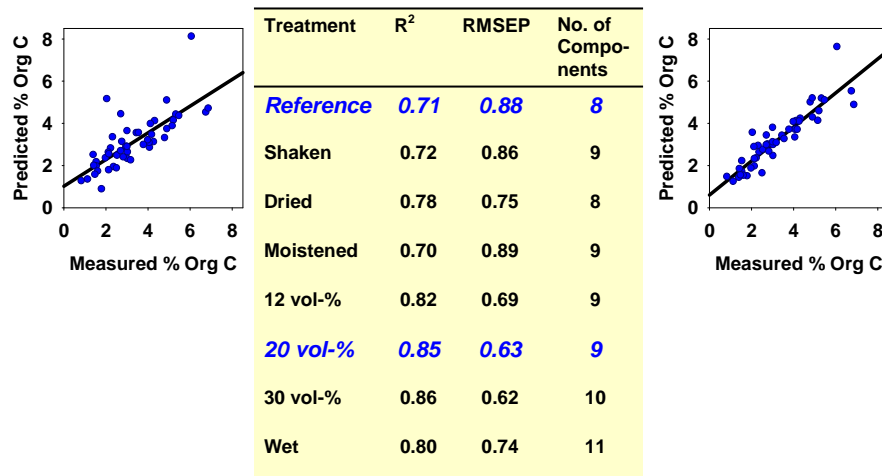
Tid: Avslutat, men ej slutredovisat.

Finansiering: SLF

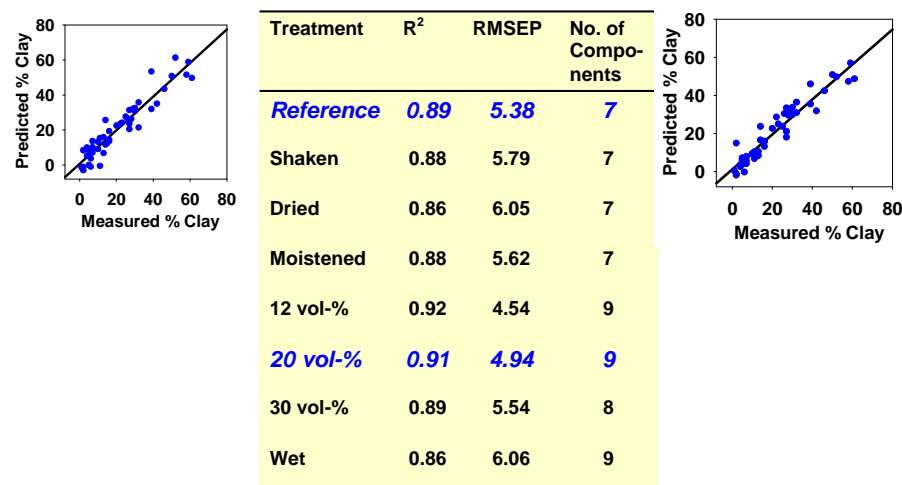
Kontaktperson: Bo Stenberg 0511-67276
Bo.Stenberg@mark.slu.se

Publikationer:

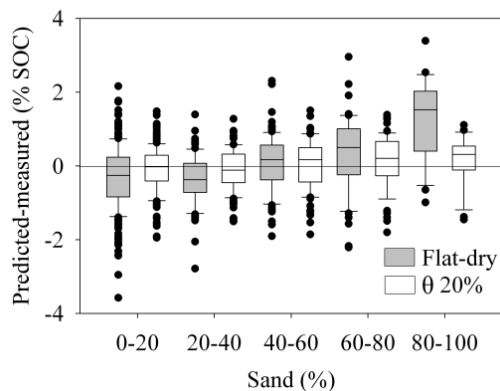
Stenberg, B., 2010. Effects of Soil Sample Pretreatments and Standardised Rewetting as Interacted with Sand Classes on Vis-NIR predictions of Clay and Soil Organic Carbon. *Geoderma*, 158: 15-22.



Figur 16. Effekt av de olika förbehandlingarna på förmågan att prediktera mängden organiskt kol. Korrelationen mellan mätt och predikerat för referensen visas till vänster och för 20 vol-% tillsatt vatten till höger. RMSEP = Root mean squared error of prediction.



Figur 17. Effekt av de olika förbehandlingarna på förmågan att prediktera lerhalten. Korrelationen mellan mätt och predikerat för referensen visas till vänster och för 20 vol-% tillsatt vatten till höger. RMSEP = Root mean squared error of prediction.



Figur 18. Felprediktion av kol i lufttorr jord i grått och fuktig jord i vitt för olika sandklasser i %: 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 och 80-100.

Beslutsunderlag för kvävestyrning i real-tid baserat på sensordata, databaser och modellsimuleringar – informationsfusion inom precisionsodling

Inom precisionsodling genereras en stor mängd data som ska hanteras vid både insamling, bearbetning, analys och presentation. Problemet är att en stor del av denna datamängd insamlas i olika system och fler format än de sedan skall användas i. Data samlas med varierande täthet över fältet och data från flera år bör bearbetas och utvärderas samtidigt. Idag kombineras i regel inte data som samlas in i realtid med andra typer av data vid behovsberäkningar. Om kommunikationen mellan olika datakällor fungerade bättre, och om dessutom modellkörning i realtid möjliggjordes, så är det sannolikt att odlingsinsatserna skulle kunna optimeras till gagn för både miljö och produktionsresultat.

Målsättning

Projektets målsättning är att utveckla reella system för kvävestyrning utifrån ekonomi- och miljökriterier som kan hantera modeller, sensorer och databaser i realtid med avseende på robusthet, hastighet och precision.

Utförande

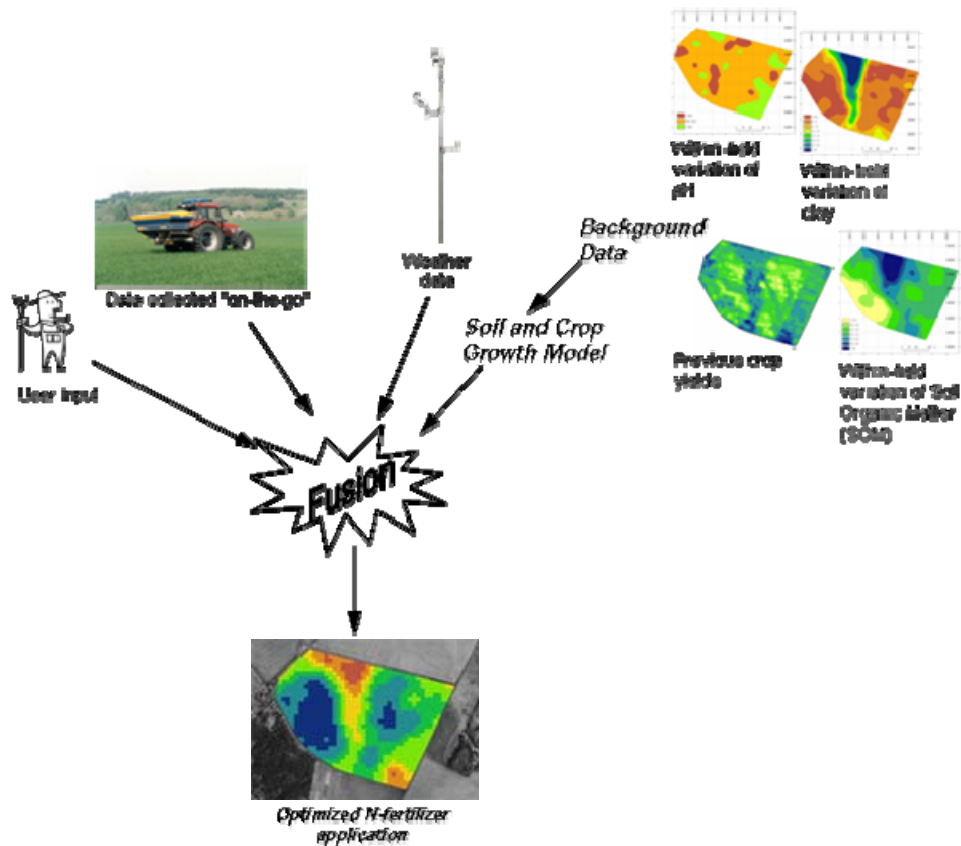
Projektet syftar till att tillämpa informationsfusionsmetoder inom precisionsodling, i samarbete med forskningsprogrammet Information Fusion på Högskolan i Skövde. Projektet inriktas mot kvävestyrning och som huvudsaklig realtidsdata kommer Yara N-sensorn att utnyttjas som ett praktiskt fungerande typexempel. Målet med projektet är att kunna utnyttja flera olika datakällor samtidigt för att optimera varierad kvävegödsling (figur 19). Arbetet är indelat i tre olika delprojekt med delvis olika inriktningar.

I det första delprojektet inventeras tillgängliga mark- och tillväxtmodeller med avseende på funktionalitet och användbarhet för precisionsodling. Samtidigt undersöks vilka variabler som är väsentliga och realistiska, vilka som är utbytbara mot sensordata eller pedotransferfunktioner, samt vilka möjligheter det finns att låta realtidsmätningar av grödans status påverka utfallet. Målet är att utveckla system för hur modellen kan kombineras med N-

sensor-mätningar i real-tid för ekonomisk och miljömässig optimering av tilläggsgivor av kväve.

I det andra delprojektet är utgångspunkten den eller de modeller och variabler som identifierades i det första delprojektet samt N-sensormätningar och data från väl karterade (jord- och skördekarterade) precisionsodlingsgårdar (t ex Hacksta, Logården och Bjertorp). Målsättningen är att utveckla gränssnitt mellan utdata och realtidsdata från N-sensorn så att data från N-sensorn tillåts anpassa modellerna utifrån faktiska förhållanden.

Det tredje delprojektet syftar till att utreda om implementering av osäkerhetshantering i mark- och tillväxtmodellen kan förbättra dess kvalitet på utdata. Målsättningen är att minska risken för osäkerhet i modellens utdata, genom en osäkerhetsmodul i modellen som tar hänsyn till osäkerhet i indata (såsom mätfel av karterade data eller prognostiserat väder).



Figur 19. Platsspecifika odlingsinsatser skulle underlättas om kommunikationen mellan olika datakällor fungerade bättre och om man kunde kombinera data som är insamlat vid olika platser och tidpunkter.

Tid: 2006 – 2011

Finansiering: KK-stiftelsen, Högskolan i Skövde och Agroväst.

Kontaktperson: Lina Nolin 0500 – 448632 lina.nolin@his.se

Strategi för att minimera kadmium i jordbruksmark och gröda

Projektet ingår som ett kadmiumtema i projektet ”Mervärden som Märks – en efterföljare till Mat 21 och samfinansieras av SLF och MISTRA. Syftet med Cd-temat är att föreslå en samlad strategi för att minimera Cd i jordbruksmark och gröda, att identifiera möjliga vägar att minska grödornas innehåll av Cd och belastningen på konsumenterna via intag av föda, samt att analysera konsekvenserna av ett tänkt genomförande av dessa strategier. Projektet består av flera delprojekt. Ett av dessa delprojekt handlar om inomgårdsvariation av Cd och dess koppling till jordens ursprung.

Målsättning

Det delprojekt som redovisas här handlar om att utvärdera orsaker till variation i kadmium i jord och gröda. Hypotesen är att jordartsgeologin till stora delar styr denna variation och att det därmed är möjligt att utifrån god kännedom om den jordartsgeologiska utvecklingen samt modernmaterialens sammansättning i ett område göra en riskuppskattning för Cd i gröda som stöd för rekommenderad provtagningsstrategi.

Utförande

Undersökningar utförs på två gårdar på Österlen och en i västra Östergötland. På båda platserna finns fält som producerar höga Cd-halter i grödor och sådana som inte gör det, och som är belägna i områden där man tidigare registrerat höga halter. Vi har med hjälp av Sveriges Geologiska Undersökningars jordartsgeologiska kartor och fältstudier avgränsat olika jordartsområden och startat provtagning för att studera inomgårdsvariationen i Cd-halter i marken, sambandet mellan Cd-halter i grödorna å ena sidan och Cd-halten i marken och andra markegenskaper å den andra. Kärnprover av vete och korn har tagits i punkter koordinatsatta med GPS, ca 20 punkter på varje gård för att få en översiktlig bild över variationen i Cd-upptag mellan olika modermateriel.

En provtagningsstrategi användes där syftet var att sprida delproverna relativt mycket för att få ett representativt prov för en större yta. Nio delprover togs med 10 m mellan varje prov i en 3x3 m grid. Provplatserna placerades ut efter jordartsvariationen på jordartskartan, så centralt som möjligt inom respektive jordartspolygon. Koordinaterna för alla delprover bestämdes och överfördes tillsammans med bak-

grundskartor och flygbilder till GPS-utrustning och användes vid provtagningen.

Några fält har detaljkarterats med EM38 (mäter jordens elektriska ledningsförmåga) som har visat sig vara en bra metod för att kunna avgränsa områden med olika jordarter eller med Mullvaden, ett instrument som mäter gammastrålning. Tanken med det senare är att ev. kunna bedöma innehållet av alunskiffer i jorden. Den fastställda inomgårdsvariationen ska sedan ligga till grund för en uppskalning till regional nivå med hjälp av befintliga, digitala berggrunds- och jordartsgeologiska kartblad (SGU's serie Ae och Af i skala 1:50 000 (sammanfaller med Lantmäteriets Terrängkartan) samt eventuellt flygburna gammastrålningsmätningar där man i ett geografiskt informationssystem kan implementera en modell för översiktlig riskbedömning.

Resultat

Resultaten visade bl a att det är möjligt att använda den här metoden för att hitta platser med mycket höga halter av Cd i matjord och gröda. Inomfältsvariationen av Cd i matjord är i de alunskiffer är källan till Cd starkt korrelerad till den uppmätta U-238 halten.

Under 2009 har en artikel skrivits som kommer att publiceras som ett bokkapitel under 2010:

Söderström, M. & Eriksson, J. 2010. Gamma-ray sensing for cadmium risk assessment in agricultural soil and grain – a

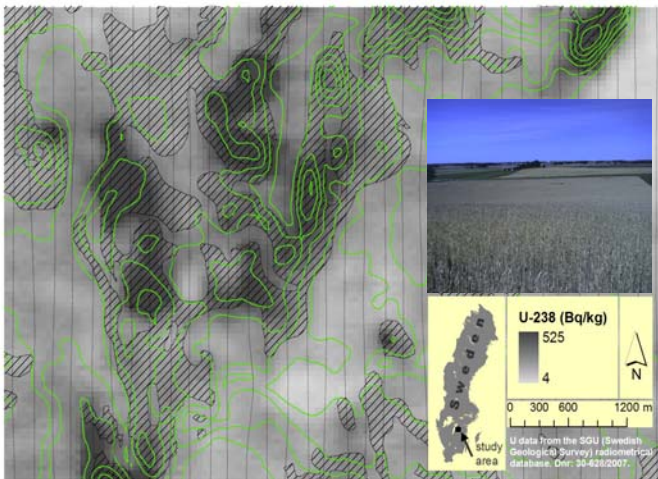
case study in southeastern Sweden. To be published in: Viscarra Rossel, R.A. (ed.). High Resolution Digital Soil Sensing and Mapping. Dev. in Soil Sci., Elsevier

Projektet kommer att slutrapporteras under 2010.

Finansiärer: Mistra, SLF, Agroväst

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU, mats.soderstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Jan Eriksson, SLU (projektledare); Thomas Olsson, AnalyCen; Erika Bjurling, Lantmännen; Nick Jarvis, SLU.



Figur 20. U-238 från flygburen gammastrålningsmätning i ett område i Östergötland. De höga (mörkgråa) halterna kan användas för att hitta moränområden med högre risk för Cd i matjorden.

Bestämning av beståndsegenskaper hos höstraps med fjärranalys – utveckling av teknik för försöksverksamhet och gödslingsrådgivning

I försöksverksamheten ställs frågan om man med ny teknik (N-sensormätning och bildanalys) kan bestämma plantantal och kväveinnehållet i höstraps. I praktisk höstrapsodling uppkommer frågan hur man i en viss situation på våren skall ta hänsyn till beståndsutvecklingen för att optimera höstrapsens tillväxt och fröskörd. I N-gödslingsrådgivningen på våren till höstraps i Frankrike och Tyskland beaktas i första steget förväntad fröskörd. Det härigenom beräknade gödselkvävebehovet justeras för den mängd kväve som höstrapsen tagit upp under hösten och den mängd som finns kvar i grödan vid vinterns slut, med beaktande av förluster genom frostsador. Att studera hur antal blad, biomassemängd och den i blasten upptagna N-mängden dels på senhösten och dels tidigt på våren (med beaktande av bortfrysning under vintern) inverkar på avkastningspotential och gödselkvävebehov under svenska förhållanden är viktiga uppgifter för att undersöka möjligheterna till gödslingsrekommendationer liknande de franska och tyska. Detta fordrar en metod för bestämning av höstrapsens biomassa och N-innehåll (före och efter vintern). N-sensor mätningar och bildanalys bör kunna användas för bestämning av kväveinnehåll och plantantal i försöksverksamhet.

Målsättning

Målen med detta projekt är:

- 1) Utveckling av billigare och snabbare metoder för planträkning i höstraps med hjälp av bildanalys.
- 2) Utvärdering av mätningar med handburen N-sensor och Yaras rapsindex S1(OR) för bestämning av biomassa och N-innehåll under senhöst och vår.
- 3) Studier av hur grödstatus (plantantal, biomassa, N i gröda) under senhöst och vår påverkar fröskörden.

Försöksutförande

På 40 provtagningsytor (12x15 m) fördelade på 4 fält med varierad planttäthet görs N-sensormätningar och digitala bilder tas samtidigt som planträkning och grödklippning görs för analys av N-innehållet. Fjärranalysmodeller för beräkning av biomassa, N-innehåll i biomassan, plantantal utvecklas försöksår 1. År 2 upprepas undersökningarna på andra platser (20 st = halva antalet) för att utvärdera metoderna mot nya, faktiska data.

Tid och plats: Försöket genomförs under 2007-2009.

Finansiering: Stiftelsen Svensk Oljeväxtodling (SSO) och Stiftelsen Svensk Lantbruksforskning (SLF)

Kontaktperson: Lena Engström, SLU
lena.engstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Mats Söderström SLU; Thomas Börjesson, Lantmännen AB

Variation i marken inom fältförsök – hur kan vi kvantifiera och hur ska vi hantera variationen?

Fältförsök har under många år varit en vedertagen metod för undersökningar i fält. Det är sedan länge känt att markegenskaper varierar även om marken synbart ser jämn ut. Idag finns teknik, såsom EM38 och UAV, som kan registrera variationen. Möjligheter att väga in markvariationen i utvärderingen av försök kan vara till nytta i planering av nya fältförsök och vid val av nya försöksplaner. Statistiska modeller för hantering av variationer inom försök ska utvärderas.

Målsättning

Med projektet avses att göra en metodstudie där befintliga försök utvärderas med avseende på variationer i mark och gröda. Syftet är att arbeta med frågeställningar som:

- Hur väl har man lyckats med etableringen av befintliga försök vad avser minimal variation i markegenskaper?
- Påverkar inomfältvariationen slutsatserna i den statistiska analysen av försöken?
- Hur kan man ta hänsyn till den befintliga inomfältvariationen i den statistiska analysen av försöken?
- Vid vilken magnitud av inomfältvariation riskerar man att feltolka försöksresultaten – och hur skiljer sig detta vid olika typer av försök?
- Hur stor är variationen i biomassa och markegenskaper inom respektive försöksrutor?
- Hur använder man dessa mätmetoder för planering av försök?

Utförande

Projektet genomförs i befintliga försök. I största möjliga mån används försök med så många rutvis uppmätta parametrar som möjligt att användas, t.ex:

- Avkastning
- Proteinhalt och N i klippta grödor
- Sort
- Gödslingsnivå
- Graderingar av ogräs och skadegörare
- Olika spannmåls- och frökvaliteter
- Mineralkväve i marken
- Utlakning av N, P och pesticider

Alla försöksrutor positionsbestäms med stor noggrannhet. DGPS utrustning används med möjlighet till efterbearbetning för ökad precision (alternativt RTK-GPS).

Redan utförda mätningar har använts och kompletterande mätningar med EM38 ska utföras.

Flygfotografering med UAV har utförts, bl.a. med en utvecklad teknik med en kamera med möjlighet att registrera i NIR-bandet.

Data från EM38-karteringen och flygfotograferingen används för att klassindela försöksrutorna beroende på mätvärden. Dessutom erhålls ett mått på variationen i mark och gröda. Detta leder till huvudsyftet med projektet som kan innebära ny kunskap om hur variation inom fältförsök ska hanteras i den statistiska utvärderingen av resultaten från fältförsök.

Tid: 2007-2009.

Finansiering: SLF

Kontaktpersoner: Johan Roland och Mats Söderström
0511-67139, 0511-67244
Johan.Roland@mark.slu.se
Mats.Soderstrom@mark.slu.se

Samarbete: HS Skaraborg

Digitala tidsresor

Projektet är ett samarbete mellan regionala museer, Institutionen för Arkeologi och Antikens Kultur, Göteborgs Universitet, Stadsbyggnad på Chalmers och Avdelningen för precisionsodling. Markvetenskap vid Sveriges Lantbruksuniversitet. I studien undersöks nya möjligheter att använda modern digital teknik för bl.a. modellbyggande, förmedling, kunskapsbygge och kunskapspridning inom kulturmiljövårdens och arkeologins verksamhetsområden. Avdelningen blev inbjuden att vara med i projektet eftersom det fanns behov av vår erfarenhet för hantering av stora mängder geografiska data.

Målsättning

Syftet med projektet är att förmedla både visuell och taktil information som illustrerar den historiska utvecklingen av området och på så sätt sprida historisk kunskap i museimiljö på ett nytt sätt. Projektet riktar sig speciellt till ungdomar och synskadade människor. En övergripande målsättning från avdelningens synpunkt är möjligheten till utveckling av ny teknik för presentation och förmedling av forskningsresultat. Dessutom kan projektet resultera i ny kunskap och förståelse för landskapsutveckling och odlingshistoria.

Utförande

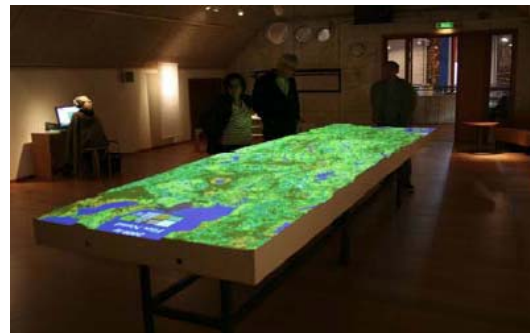
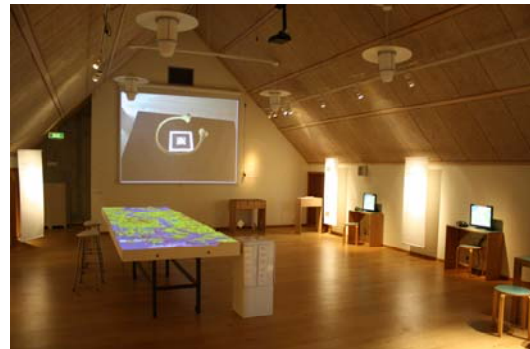
Projektet kan sägas bestå av två sammanvävda delar, där den ena inriktas mot ett konkret utvecklande av (digitala) metoder för förmedling, sammanställande och tillgängliggörande av information om en fornlämningssmiljö, och den andra analytiskt behandlar frågeställningar avseende möjligheter och svårigheter vid tillämpning av diverse digitala tekniker inom områden som arkeologi, kultur- och naturmiljövård, samt inom verksamheter som spänner över flera av dessa sektorer.

Resultat

För vår del har fokus legat på utvecklingen av en interaktiv, kombinerad digital och fysisk modell över området Götaälvdalen (figur 21), och till viss del även på funktionaliteten av en augmented reality (AR)-applikation för visning av guldfynd från Vittene.

Projektresultaten presenteras i ett eget utställningsrum i Lödöse museum - *Älvresan - en tidsresa genom landskapet* är en del av den fasta utställningen Bilder av våra förfäder. Den fysiska Götaälvdalsmodellen utgörs av ett stort bord

(1,20m x 4,26 m) på vilket en gjuten topografisk modell som visar topografin i Göta älv dalen, från Göteborg till Vänersborg. På modellen projiceras en animering av Göta älv dalens vegetationsutveckling och strandlinjeförskjutning efter istid till nutid och en taktil modell på vilken även animeringen projiceras.



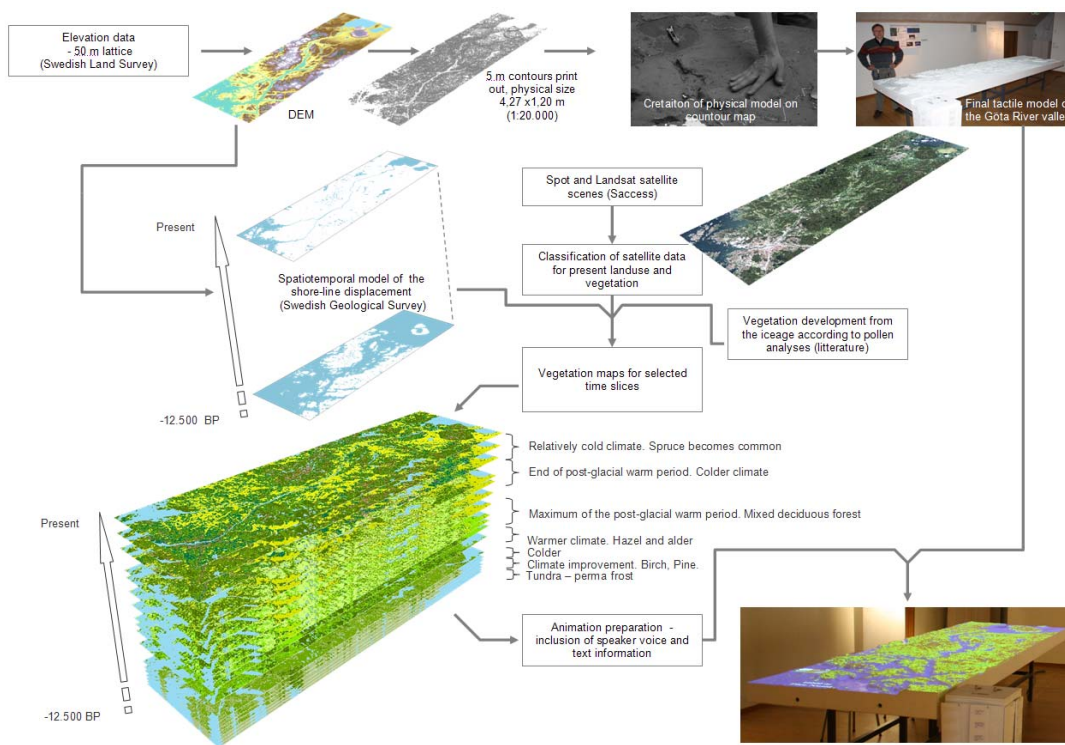
Figur. 21. Genom projektorer i taket kommer olika scenarier att kunna visualiseras på den drygt fyra m långa modellen över Götaälvdalen.

Modellen har speciella fysiska ytegenskaper för att kunna tåla beröring av museibesökarna och samtidigt ge möjlighet för synskadade att känna sig fram och jämföra exempelvis dagens vattennivåer med en nivå som vi hade för 10000 år sedan. Olika ytstruktur användes för att illustrera vatten, land och bebyggda områden. Formakademien i Lidköping AB gjöt den taktila mo-

dellen. Företrädare för De Synskadades Riksförbund medverkade också i arbetet.

Mer information om projektet finns på dess hemsida: www.time-travels.org/ och på www.vastarvet.se som är museernas i Västveriges hemsida.

Älvrummet i Lödöse museum invigdes under året. Projektet presenterades på konferensen GIS in Humanities and Social Sciences i Taiwan.



Figur 22. Principskiss över framtagandet av Göta älvdalsmodellen

Finansiärer: Riksantikvarieämbetet

Kontaktperson: Mats Söderström, SLU, mats.soderstrom@mark.slu.se

Övriga projektdeltagare: Per Stenborg (projektledare), Johan Ling och Chris Sevara, Göteborgs universitet, Liane Thuvander och Jonas Tornberg, Chalmers

Biologisk markkartering

Detta område fokuserar på att identifiera och kvantifiera markbiologiska faktorer som hämmar grödans tillväxt. Huvudsakligen utvecklas molekylärbiologiska strategier med inriktning mot markbundna patogener. Målet är att utveckla detektionsmetoder, använda dem för att bestämma förekomst vid olika skadenivåer i grödor samt utveckla prognosmodeller för bedömning av risk för angrepp i olika växtföljder. Fysikaliska och kemiska egenskaper i marken påverkar utbredning av patogener. Förutom klassiska kemiska analyser används olika marksensorer som t.ex. instrument som mäter markens elektriska ledningsförmåga (ECa) för att förklara variation i förekomst och för prognos av angrepp.

Biologisk markkartering (BioSoM) - TEMA vid NL-fakulteten

BioSoM (Biological Soil Mapping) är ett tematiskt forskningsprogram vid NL-fakulteten på SLU. Målet är en ny service till lantbruket för bestämning av förekomsten av jordburna patogener kopplat till markkemi. Arbetet sker i samverkan mellan näringsliv och SLU. SLU ansvarar för det vetenskapliga arbetet och utvecklingen av råd för att optimera växtföljd och andra odlingsåtgärder för att reducera skadan.

Många jordburna patogener, som klumprotsjuka i oljeväxter och ärtrottröta, har vilsporror som kan överleva 10-20 år i marken beroende på jordförhållanden, växtföljd m.m. Den långa överlevnadstiden i jorden gör det intressant att kartera förekomsten och följa förändringarna och dess koppling till omvärldsfaktorer.

Tillgången till nya testmetoder för jordbundna växtpatogener ger odlarna en möjlighet att uthålligt anpassa odlingen efter marknadens signaler. En sådan biologisk kartering kommer att bli ett mycket värdefullt komplement till dagens kemiska markkartering. Resultatet av projektet kommer att kunna utgöra ett gott underlag för en bedömning av nyttan av en systematisk bestämning av patogenförekomst och hur den bäst skall genomföras i Sverige samt möjligheter att ersätta relativt dyra biotester (jordtest där fångstplantor indikerar sjukdom) med DNA-teknik. Fakulteten tog det slutgiltiga beslutet i mj 2009 och programmet startade i aug. Arbetet är intradisciplinärt och forskare från ytterligare två institutioner samt från intressenterna deltar

Målsättning

Målet med projektet är:

- att anpassa och utveckla DNA-baserade metoder för effektiv kvantitativ PCR-bestämning av markburna patogener i svenska jordar med avseende på ärtrottröta (*Aphanomyces euteiches*), rotdödare i vete (*Gaeumannomyces graminis var. tritici*) och klumprotsjuka i oljeväxter (*Plasmodiophora brassicae*), kransmögel (*Verticillium longisporum*), bomullsmögel (*S. sclerotiorum*) samt klövreröte-komplexet
- att validera bestämningar baserade på DNA-teknik mot tillgängliga biotester för bedömning av odlingsåtgärder.
- att utvärdera samband mellan förekomst av patogener och markparametrar såsom pH, innehåll av makro- och mikronäringsämnen, lerhalt m.m i både matjord och alv
- att öka kunskapen om vilkroppsbyggande patogeners biologi och möjligheterna att påverka deras utveckling genom åtgärder i växtodlingen
- att i samverkan med näringslivs intressenter initiera introduktionen av biologisk markkartering
-

Verksamhet

I augusti 2009 arbetet i programmet efter att styrgruppen för BioSoM antagit programplanen. Programmet drivs inom fem projekt område (WP).

- 1) Provtagning och detektion av jordburna patogener
- 2) Prognos av skada – dos/respons baserad på fältförsök och växttester

3) Vilcroppsbiologi – ökad förståelse av vilcroppsbildning och groning

4) Samband mellan infektions nivå och markens egenskaper

5) Introduktion och användning av BioSoM-tekniken i försök och praktiken

Resultaten från programmet kommer att bestå av metoder (Standard Operations Procedure) för bestämning med PCR-teknik av ett antal patogener (Tabell 7).

Förmodligen kommer de att fungera som 2 ”de facto” standarder.

Fördjupad förståelse av groning och bildning av viktiga patogeners vilkroppar, vilket kan öppna för nya bekämpningsmetoder.

Med den nya kvantifierings verktygen och kunskapen om samband mellan patogen och effekter i fält kommer att förändra Research within *BioSoM* is organized as three types of activities Forskning är organiserade i tre olika typer av aktiviteter:

Aktiviteter 2009

Under hösten startade aktiviteterna inom de olika projektområdena med fokus på WP 1,2 och 3. Två postdoc-tjänster utlystes vara av en tillsattes strax innan jul. Personalen kompletterades också med en labo-

ratorieassistent och en industridoktorand. För ytterligare info se hemsidan för Bio-SoM.



Tabell 7. BioSoM – Kartering av jordbundna bakterier.

Patogen	Biologisk Grundkunskap	DNA Detektion	Bio-test	Fält försök validering	BioSoM karta, analys- och rådgivning
<i>P. brassicae</i> Klumprottsjuka	■ ■ □	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ □	■ ■ □
<i>V. Longisporum</i> Kransmögel	■ ■ □	■ ■ □	■ □ □	■ □ □	□ □ □
<i>S. sclerotiorum</i> Bomullsmögel	■ ■ □	■ ■ □	□ □ □	□ □ □	□ □ □
<i>Phytophthora sp</i> I ärt	■ □ □	□ □ □	□ □ □	□ □ □	□ □ □
<i>A. euteiches</i> Ärtrottröta	■ ■ □	■ ■ □	■ ■ ■	■ ■ □	■ ■ □
<i>F. avenaceum</i> <i>P. exigua</i> <i>C. destructans</i> Klöverrottröta	■ ■ □	■ □ □	□ □ □	□ □ □	□ □ □
<i>G. graminis</i> Rotdödare	■ □ □	■ ■ □	■ □ □	■ □ □	□ □ □

■ = Kunskap □ = Kunskap fattas

Tid: 2006 – 2008

(Planerat TEMA-projekt 2009-2012)

Finansiering: NL-fakulteten, Stiftelsen Svensk Lantbruksforskning (SLF), Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning (SSO), SL och VL-Stiftelsen

Intressenter med ”in kind” finansiering Eurofins Food & Agro AB, Scanbi AB, Finuds R&D.

Kontaktperson: Anders Jonsson 0511-67129 . anders.jonsson@mark.slu.se

Helautomatiskt övervakningssystem för insektsangrepp för platsspecifik bekämpning

Insektsangrepp kan ge allvarlig skada på växande gröda. Bekämpning av skadedörare i fält sker ofta antingen i förebyggande syfte, vilket innebär att insekticider ofta används i onödan eller då insektsangreppet pågått en tid och stora skador redan har inträffat. Förekomsten av insektsangrepp varierar också inom fält i lantbruksgrödor. Det finns behov av att kunna bestämma när insekterna angriper grödan samt antalet insekter. Denna bestämning sker idag oftast med manuella graderingar på gröda eller via olika typer av fällor. Utveckling inom området syftar till att effektivisera informationsinsamlandet för att förbättra fältförsöksverksamhet samt varnings- och prognosverksamhet och kan på ett betydande sätt ge bättre beslutsunderlag och kunskap till efterföljande rådgivning och praktisk växtodling. Effektivare informationsinsamling medför att mer värdefull kunskap från varje utlagt fältförsök kan fås.

Målsättning

Detta projekt avser att utveckla metodiken med nya system för övervakning, identifikation och mängdbestämmning av insekter i fält, vilket därigenom skulle ge bättre informationsunderlag för att fatta beslut om bekämpningsåtgärder såväl mellan som inom fält. Systemet skall bestå av en attraktantdel, som kan vara ett feromon, en färgad skiva eller något annat attraherande ämne, samt ett detektorsystem, vilket kommer i första hand är baserat på elektrisk urladdning. Olika detektorenheter skall bindas samman med trådlösa radiosystem och kunna fjärravläsas via modem.

Bakgrund

Det finns ett antal olika metoder för att övervaka förekomst av insekter. Generellt består de av en attraktant och en fälla. Den vanligaste typen är en klisterfälla betad med en insekts sexualferomon, vilket även är den känsligaste metod man känner i dag och mycket låga populationstätheter kan påvisas. Fällorna anger om insekten finns i fältet, när den flyger och indikation om hur många de är. Dessa system har emellertid en del nackdelar. För att få tillförlitlig information måste de avläsas ofta och klisterfällan måste bytas. En klisterfälla är besvärlig att räkna av och en "full" klisterfälla kommer att verka avskräckande för nya insekter som flyger in, samt attrahera ovidkommande insekter och fåglar.

Ett system som automatiskt och specifikt kan detektera förekomst och fre-

kvens av en speciell insekt är därför mycket värdefullt. Systemet skall anpassa till fältbruk och kunna fjärravläsas via exempelvis ett telefonmodem. Systemet skulle också kunna ge realtidsinformation och även ge ur forskningssynpunkt värdefull information om utbredning, frekvens och storlek m.m på ett insektsangrepp.

Utförande

I april 2007 startades en förstudie till detta projekt med finansiering från VL-Stiftelsen och S-SENCE. Syftet med projektet var att utreda möjligheterna att bygga upp ett helautomatiskt övervakningssystem som hanterar insektsangrepp. Detta projekt genererade resultat som ansåg så lovande att det fortsatt med stöd från SLF. En intressant detektorprincip utgjordes av en elektrisk fälla. Sådana system finns kommersiellt tillgängliga och är användbara för att hålla insekter borta i hemmiljö.

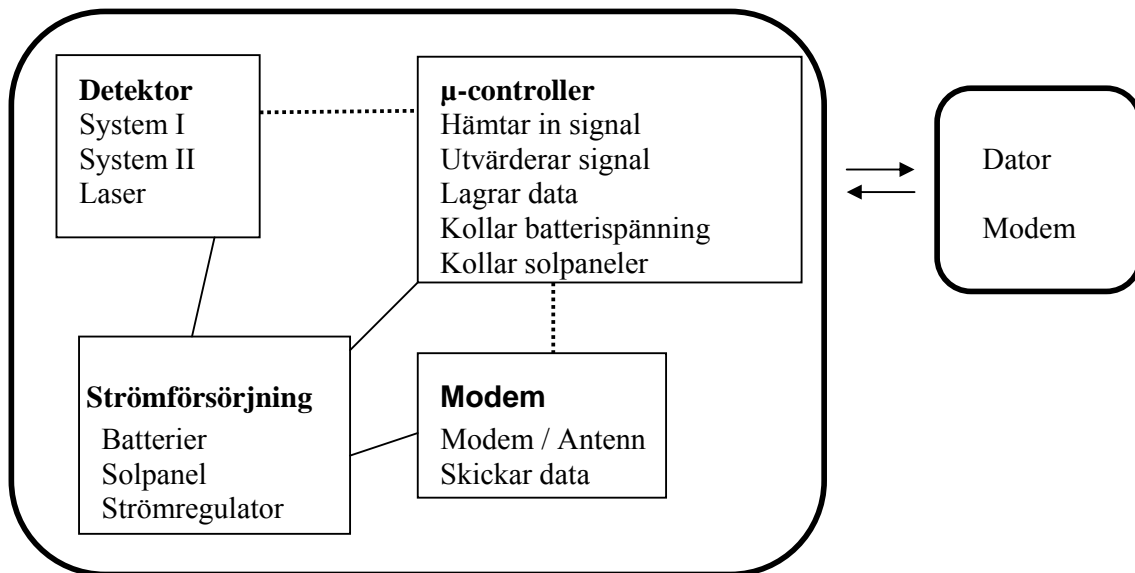
Elektroniken är mycket enkel och billig och består av två elektriska ledare mellan vilka en potential på några kV är pålagd. Bakom dessa finns en UV-lampa som attraherar insekter. När insekterna kommer in mellan ledarna utvecklas en elektrisk stöt som knockar och ofta dödar insekten. Att använda elektrisk detektion har en rad fördelar:

- Insekten transporteras bort från fällan efter detektion (dvs den ramlar ner i ett tråg) och behöver inte tömmas.
- Detektionen sker elektroniskt och när insekten får stöten genom sig går denna signal att mäta.

Detektorsystem

Vid utvecklingsarbetet kopplas signalen från detektorenheten via en A/D omvandlare till en PC. Genom signal-

analys kan algoritmer utvecklas för händelseförloppet då en insekt detekteras med detektorn (i det följande betecknat som en "event"). I praktiken har PC:n ersatts med en billig mikrocontroller som alltså fyller funktionen av att samla in data, göra en signalanalys samt lagra data. Mikrocontrollern har anslutits till ett GSM-modem, som gjort det möjligt att ringa upp systemet och ladda ner lagrade data. I projektet ett system testats, där en PC ringer upp detektorenheten och få data överförda (figur 23). Arbetet har även lagts ner på att utveckla ett strömförsörjningssystem baserat på 8 solpaneler som ger 16 V och 0.3A vid solbelysning (motsvarande 4.8 Watt), kopplat till uppladdningsbara batterier.



Figur 23. Schematisk beskrivning av system för detektion av insektsangrepp.

Konstruktion av demonstrator och prototyper

Förprojektet visade att det tekniska systemet för detektion och karakterisering av insekter kan fungera. För att ytterligare utveckla och optimera byggdes en första demonstrator 2008 (Figur 24, 25) och en validering inleddes mot befintliga metoder för skatt-

ning av populationer och angrepp av rapsbaggar (Figur 26).

Resultat 2008

Den första demonstratorn placerades i ett höstoljefält utan Linköping i juni 2008. Av säkerhetsskäl placerades den i en mindre inhägnad. (Figur 24). Efter diverse startproblem kunde inflygning av insekter noteras. Demonstratorn var

utrustad med två temperaturgivare luftfuktighets- och instrålningsmätare (Figur 25). Detta gav möjlighet att följa sambandet mellan registreringar i räknaren och väder (Figur 26).



Figur 24. Demonstrator i ett oljeväxtfält utanför Linköping.



Figur 25. Demonstrator med sensor för temp, fukt och instrålning.

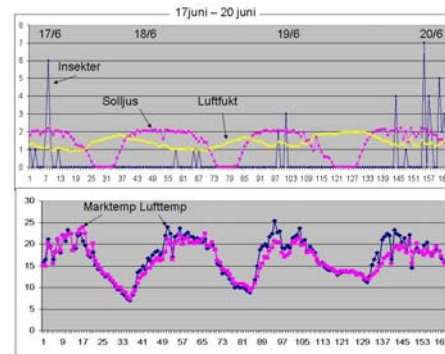
För att locka rapsbaggar användes gula målade skivor och en bland av glukosinolater, vilka är substanser typiska för oljeväxter. Resulten visar att det går att räkna insekter och att rapsbaggar kan detekteras med denna teknik.

Resultat 2009

Planen var att under våren 2009 bygga tre prototyper för att på börja testning i oljeväxter, ärtor (ärtveklare) och hallon (hallonängar), på Rånna, SLU. Insekterna skall lockas till fällan med speciella attraktanter (glykosinolater, feromoner, kariomoner etc).

Under våren 2009 byggdes tre system upp, försedda med solpaneler och batterier för att bli självförsörjande på energi. De placerades på SLUs för-

söksstation Lanna, (Figur 26) samt i Ledberg, Östergötland.



Figur 26. Avläsning av fälla 17-20 juni.



Figur 27. Insektsfällor på Lanna 2009

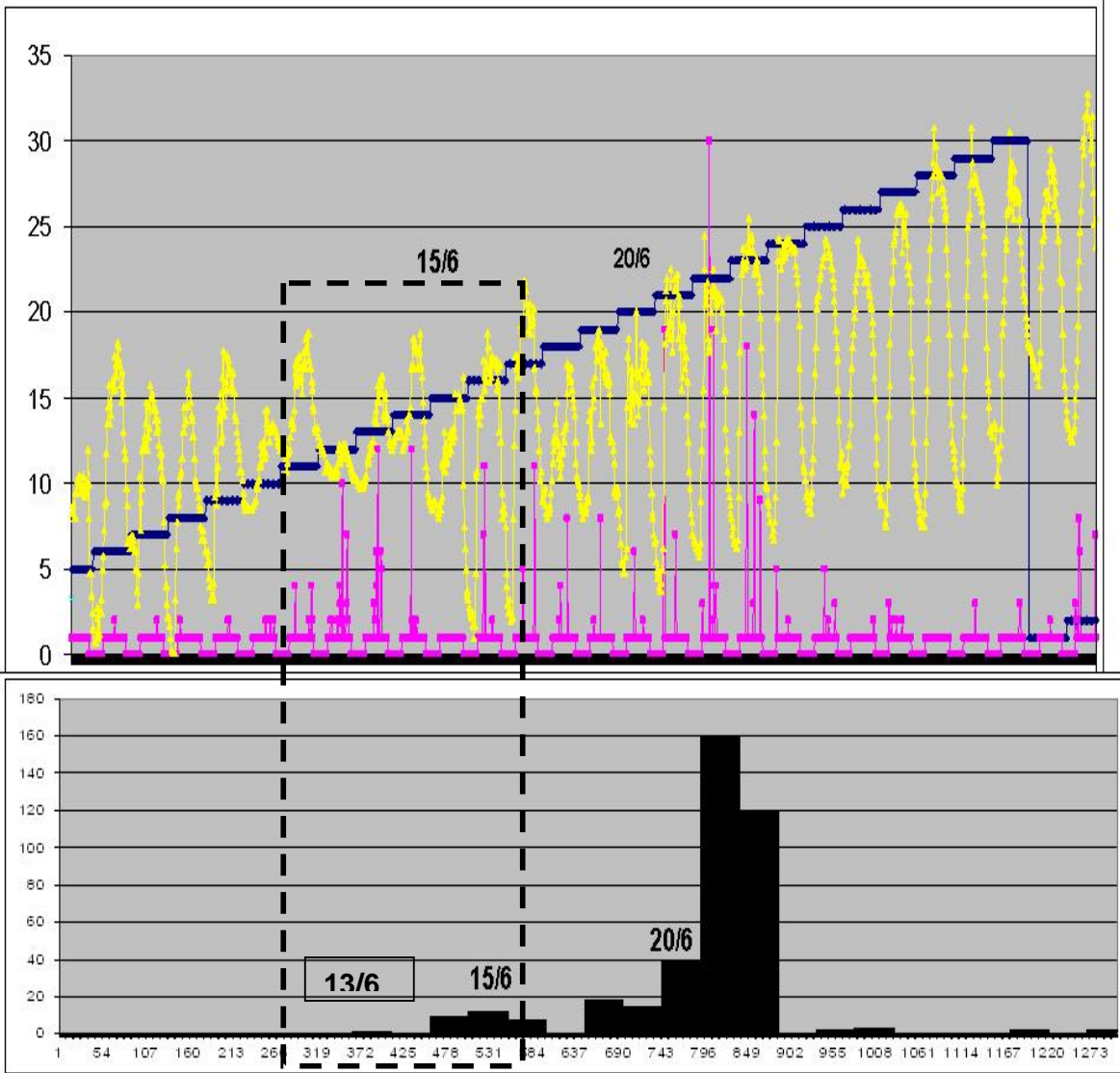
Resultaten för mätningarna i rapsbaggar. Östergötland redovisas nedan. I figuren finns redovisat resultat för insektsmarkeringar, (ljusviolett), temperatur(gul) samt datum (blå) under perioden 5/7 - 2/7. Även rapsbaggar som räknats i planta på fältet redovisa i diagrammet under. Väderleken noterades även. Inga rapsbaggar i plantorna kunde upptäckas förrän 13/6 med 3 st/10 plantor, den 14/6 räknades tyvärr inte, och den 15/6 noterades 12st/10 plantor. Under samma period registrerades ett signifikant högre antal insektsmarkeringar, indikerat i den infällda rutan i figuren. Detta resultat indikerar att förekomst av rapsbaggar under bekämpningströskel (5st/10 plantor) kan påvisas. Mätningarna av hallonängar i Rånna förhindrades av att för första gången på flera år så skedde ingen inflygning av hallonängar!!

Aktiviteter 2010

Inför säsong 3, färdigställdes 5 stationer. Syftet är förutom att påvisa förekomst och

mängd av rapsbaggar att utreda spridning. Stationerna skall placeras i en linje, rätvinkligt mot fältkanten. Stationerna skall förses med radiomoduler, så att avläsning av resultat från samtliga stationer

kan ske från en moderstation. Därtill skall nya försöks göras för att med hjälp av feromoner mäta inflygning av ärtvecklare och hallonängar i samarbete med Findus R&D och SLU Råna.



Figur 28. Resultat från avläsning på Ledberg 2009.

Tid och plats: Projektet utförs vid Linköpings Universitet vid kompetenscentrat S-SENCE under 2007-2010, i samarbete med forskargruppen för precisionsodling och pedometri, SLU, Skara samt SLU:s försöksstationer Lanna och Råna.

Finansiering: Projektet är finansierat av SLF, VL-Stiftelsen och S-SENCE

Kontaktperson: Anders Jonsson tel: 0511-67129, anders.jonsson@mark.slu.se

Utbildning och information

Forskargruppen arbetar aktivt med information och utbildning av i första hand studenter, lantbrukare och rådgivare, samt ansvarar för delar av studentkurser inom områdena växtnäring och växtodling på SLU. Utbildning av lantbrukare görs exempelvis genom deltagande i fältvandringar, mässor och samarbetet inom POS. Forskargruppens engagemang inom POS utgör också basen i informationen av rådgivare. I forskargruppen finns också ett samarbete med Institutionen för Stad och land, SLU, med projekt som riktar sig till elever i grundskolan.

Grupparbetsmodellen storyline som väg att öka intresset för lantbruk hos elever på grundskolan

Bakgrunden till detta projekt är en önskan om att öka förståelsen och intresset för landsbygd och lantbruk hos elever i grundskolans senare del, samt att tydliggöra betydelsen av samarbete mellan stad och land för att nå en hållbar utveckling. Många barn och ungdomar har idag endast liten eller ingen egen erfarenhet av lantbruk. Istället grundas deras uppfattning på erfarenheter från barnlitteratur, film, skola och massmedia. I barnbokens och filmens värld finns beskrivningar av lantbruk som inte alltid är så väl överensstämmande med situationen i praktiken. När eleverna blir äldre och möter massmedia och skolans undervisning finns en risk att lantbruket förvandlas från mysig djurhållning och spännande maskiner till något ocoolt, gammaldags och negativt för miljön. Antalet lantbrukare är litet och avståndet mellan stad och land har en tendens att öka. Därmed får elever utan lantbruks- och landsbygdsbakgrund svårare att skapa en egen förståelse för olika orsakssamband relaterade till dessa områden.

Målsättning

Målsättningen med projektet är att:

- Ta fram ett användbart och tilltalande material till lärare som utgår ifrån grundskolans mål om hållbar utveckling och som handlar om samarbete mellan stad och land samt pekar på lantbrukets betydelse för en hållbar samhällsutveckling.
- öka förståelse, intresse och kunskap om lantbruk och lantbrukets roll för en hållbar samhällsutveckling hos elever i grundskolans senare del.

Utförande

Projektet består av två delar:

1. Ta fram en storyline utifrån grundskolans mål för arbete med hållbar samhällsutveckling.
2. Testa och utvärdera grupparbetet i två till tre klasser samt studera vad eleverna lärt sig av arbetet.

Under 2007 skrevs en storyline om hållbar utveckling med stad – land perspektiv. Storyline är en modell för grupparbete som utvecklats i Skottland under 1980-talet. I en storyline arbetar eleverna ämnesövergripande utifrån ett tema. Man arbetar med en berättelse som kontext eller struktur och ”den röda tråden” utgörs av den handling som lärarna har planerat. Eleverna jobbar omkring ”den röda tråden” och styrs upp av återkommande nyckelfrågor och skeenden som påverkar händelseutvecklingen och är planerade av lärarna i förväg. I en storyline skapar eleverna egna karaktärer. Dessa ”spelar med” i de situationer som uppstår. Eleverna kan identifiera sig med sina



Figur 29. En storyline om hållbar utveckling för stad och land.

personer och få en ”relation” till sin rollfigur och det som händer vederbörande. Nya händelser innebär nya förutsättningar och får berättelsen att ta nya vändningar för att belysa nya kunskapsområden eller ligga till grund för nya diskussioner. I en storyline arbetar man också med en frisa eller en modell. Syftet med frisen är att ge eleverna en gemensam bild av det man arbetar med i

projektet. I detta projekt utgörs frisen av ett lantbruk som eleverna skapar. Frisen görs på ett sådant sätt att den kan förändras med historien och den finns alltid där för att påminna eleverna om vad det hela handlar om. Det praktiska arbetet med frisen utgör dessutom ett avbrott i det annars ganska teoretiska arbetet i skolan.



Figur 30. En grupp karaktärer.

Vad handlar denna storyline om?

Utgångspunkten är att eleverna får en förfrågan från en landshövding angående ett projekt där ett antal personer ska flytta ut på landet och arbeta för en hållbarare utveckling i regionen. De får skapa varsin person som ska delta i projektet. Dessutom får de, i grupper om ca fyra stycken elever, 100 ha mark att utgå ifrån och använda till något med en hållbar utveckling i fokus. Därefter händer det saker som eleverna får arbeta med, tanken är att lärarna ska välja några områden. De områden som tas upp är energiproduktion, livsmedelsproduktion, transporter, biologiskt avfall, produktion av livsmedel, biologisk mångfald, turism, motorvägsbygge mm. Ofta avslutas en storyline med ett studiebesök. Skillnaden mot ett ”konventionellt” studiebesök är att eleverna är insatta i verksamheten och har egna erfarenheter (egentligen karaktärernas). De har genom sina figurer under flera veckors tid exempelvis levt på ett lantbruk innan de kommer ut i verkligheten.

Resultat

Utvärderingen av storylinen gjordes med hjälp av en enkät med värderingsfrågor

samt intervjuer med lärare och elever. Samma enkät gavs till samtliga 58 elever



Figur 31. Studiebesök.

både före och efter arbetet med storylinen och skillnaderna i åsikter studerades. De tydligaste resultaten gällde om eleverna ansåg att de visste mycket om lantbruk respektive visste vad de skulle göra för att arbeta för en hållbar utveckling. Innan arbetet med storylinen angav 11 elever att de tyckte att de visste mycket om lantbruk mot 40 stycken efter. När det gällde hur man arbetar för en hållbar utveckling tyckte 15 stycken att de visste det vid första enkättillfället och 41 vid det andra. Ett påstående handlade om att oljepriset bör höjas så att det blir dyrare att köra bil och flyga. Till detta var 17 positiva innan och 27 efter. När det gällde huruvida de själva var beredda att konsumera och resa mindre, var de inte beredda att ändra sig och skillnaderna mellan tillfällena var små. Omkring 35 av eleverna var instämde i att de var beredda att minska deras konsumtion och resa mindre, vid bägge tillfällena.

Resultatet av intervjuerna visade att både elever och lärare i allmänhet var mycket positiva till arbetet.

Tid: 2007-2009

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Christina Lundström;
0511-67237,
christina.lundstrom@mark.slu.se

Samarbete: Magnus Ljung vid Institutionen för stad och land, SLU

Hur behandlas områdena livsmedelsproduktion, lantbruk och markanvändning i skolans värld – vad står i styrdokument och läromedel, vad har elever och lärare för erfarenheter?

Vår tids kanske största utmaning är att utveckla ett hållbart samhällssystem med tanke på ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet. I denna utveckling har lantbruket och landsbygden en central och avgörande roll när det gäller livsmedelsproduktion, landskapsbild, biologisk mångfald, cirkulation av växtnäring mm. I det gamla bondesamhället utgjorde lantbruket en naturlig del av samhällsstrukturen, medan det i dagens samhälle är större avstånd mellan stad och land och den uppväxande generationen har begränsad erfarenhet av livsmedelsproduktion och lantbruk. För att man som konsument ska kunna ställa krav och välja hållbara produkter behövs grundkunskap bland annat om lantbruk, livsmedelsproduktion och biologisk mångfald. Skolans roll i utvecklingen av ett hållbart samhälle är central för att utbilda kunniga, engagerade och reflekterande samhällsmedborgare och konsumenter. Frågan är dock hur skolvärlden ser på lantbruket och dess betydelse för en hållbar samhällsutveckling? På vilka sätt behandlas dessa frågor i skolan och vad säger skolans styrdokument? Vilka erfarenheter har lärare av lantbruk och i vilken utsträckning tar de upp dessa frågor i sin undervisning? Vad kan eleverna i Sverige om livsmedelsproduktion, lantbruk och markanvändning och hur anser de att de har fått sin kunskap?

Målsättning

Målsättningen med projektet är att:

- undersöka hur begreppen lantbruk, livsmedelsproduktion och markanvändning berörs i läroplan och kursmål för grundskolan i ämnena biologi, geografi och hem- och konsumentkunskap.
- undersöka på vilka sätt begreppen lantbruk, livsmedelsproduktion och markanvändning nämns i läroböcker i ovan nämnda ämnen.
- Undersöka hur lärare i ämnena biologi, geografi och hem och konsumentkunskap anser att begreppen livsmedelsproduktion, lantbruk och markanvändning tas upp i undervisningen?
- Undersöka vilken kunskap elever i grundskolans senare del, klass 9, har om lantbruk, livsmedelsproduktion och markanvändning.

Utförande

Delprojekt 1

Projektet genomförs genom att de sökande läser de aktuella styrdokumenterna och vid behov av förtydligande av dessa dokument intervjuar 1-3 personer på Skolverket eller Utbildningsdepartementet. Vid läsning av dokumenten kommer 2 aspekter att tas upp:

Förekomst av begreppen lantbruk, livsmedelsproduktion och markanvändning eller synonymer till dessa.

Anknytning till ovan nämnda begrepp samt om dessa ingår i resonemang om hållbar utveckling.

Delprojekt 2

Detta delprojekt inleds med en undersökning av relevant litteratur. När litteraturen är utvald kommer den att studeras ur tre aspekter:

- Förekomst av begreppen livsmedelsproduktion, lantbruk och markanvändning eller synonymer till dessa.

- Anknytning till ovan nämnda begrepp och resonemang om en hållbar samhällsutveckling.
- Undersökning av hur begreppen används, om det görs en problematisering av dem och i så fall på vilket sätt.

Delprojekt 3

Projektet genomförs i form av en enkätundersökning. Enkäter kommer att skickas till lärare som undervisar i grundskolans tidigare åldrar, klass 0-5 samt lärare som undervisar i grundskolans senare del i samhällsorienterande eller naturorienterande ämnen samt hem o konsumentkunskap, klass 6 – 9.

Delprojekt 4

Undersökningen kommer att göras genom intervjuer med omkring 20 elever i klass 9 i grundskolans senare del. Eleverna kommer att väljas ut från upp till fem olika skolor. Intervjuerna kommer att genomföras som semistrukturerade intervjuer.

Projektet kommer att genomföras under 2010 – 2011 som en följd av ny läroplan och nya kursplaner för grundskolan under 2010.

Tid: 2009-2011

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Christina Lundström;
0511-67237,
christina.lundstrom@mark.slu.se

Samarbete: Magnus Ljung vid Institutionen för stad och land, SLU

Samverkan mellan skola och lantbruk – vilka erfarenheter finns?

2004 till 2014 har utsetts av FN som decenniet för lärande om hållbar utveckling. Forskning visar att personer med stort miljöengagemang hänvisar detta till upplevelser i barndomen. Dagens barn och unga vet mycket om globala miljöhot, som är svåra både att begripa och påverka, samtidigt som de ofta har liten direktkontakt och förankring i miljön i sin omgivning. Många barn och ungdomar har också liten kunskap om livsmedelsproduktion, lantbruk och markanvändning, vilka är viktiga pusselbitar för en hållbar samhällsutveckling. Utomhuspedagogik och erfarenhetsbaserat lärande anses viktiga pusselbitar för lärande om hållbar utveckling. Kontakt med djur och natur, användning av alla sinnen, praktiskt arbete, problemlösning i samarbete med andra och platsens betydelse för lärandet poängteras. Ett lantbruk skulle kunna vara en plats för lärande om hållbar utveckling där många av dessa kriterier är möjliga att uppfylla. Det skulle också ge möjligheter att lära mer om var maten kommer ifrån och hur vi ska använda vår mark. Vilka erfarenheter finns beskrivna vetenskapligt och hur samverkar lantbruk och skola, med tyngdpunkt i Europa, Nordamerika och Australien?

Målsättning

Syftet med denna undersökning är att ta del av beskrivna erfarenheter av samverkan mellan lantbruk och skola, främst i vetenskapliga artiklar.

Projektets centrala frågeställningar är:

- På vilka sätt förekommer samarbete mellan skola och lantbruk runt om i världen, med fokus på erfarenheter från Europa och Nordamerika?
- Vilka fördelar respektive nackdelar redovisas med avseende på elevernas lärande, sociala utveckling, samt hälsa och välbefinnande?
- Vilka fördelar respektive nackdelar presenteras ur lantbrukets synvinkel?

Utförande

Projektet är en litteraturstudie där information har sökts både via databaser för vetenskapliga arbeten och via Google.

Resultat

Intresset för utomhuspedagogik och erfarenhetsbaserat lärande är stort, framförallt med tanke på lärande om hållbar utveckling. Forskning visar att personer som tar miljöhänsyn ofta hade mycket kontakt med natur som barn. För att en person ska vara beredd att ta miljöhänsyn krävs kunskap, engagemang och känslan av att kunna påverka. Forskare anser att skolbarn bör arbeta med lokala miljöfrågor som går att överblicka, påverka och ger egna erfarenheter. Tvingas man känna delaktighet med hela världen kan man förlora känslan av delaktighet och ansvar för den lilla plats man

själv befinner sig på. Arbete med globala miljöhot kan få elever att känna hopplöshet och tvivel på att det man själv gör har betydelse. Lärande om hållbar utveckling måste handla om att ge barn hopp, framtidstro, kunskap, engagemang och vilja att agera på ett hållbart sätt. För att nå dit måste man börja i det lilla konkreta i kontakt med djur och natur.



Odling under längre tid ger barn insikter om sin roll och delaktighet i miljön. Miljön blir något som berör och går att påverka. Odling ger också övning i samarbete, långsiktighet, förståelse för årstidsväxlingar och kretslopp samt ett ökat intresse för att äta grönsaker. Maten är central. Alla äter och att maten påverkar miljön. Ett lantbruk kan ofta erbjuda möjligheter till kontakt med djur som föds, utfodras, slaktas och äts. Djuren behöver mat och omsorg, vilket får barn att känna sig behövda och ta ansvar. Deltagande när djur föds och dör ger en förståelse för livets gång och att ta hand om värnlösa djurungar kan utveckla barns empatiska förmåga. Matematik, geografi, språk, naturvetenskap och historia är några exempel på ämnen som kan relateras till det praktiska arbetet på gården. Eleverna lär av egna erfarenheter och med alla sinnen. Utomhuspedagogik startar ofta för att lära ämneskunskaper, medan sociala värdena är minst lika viktiga i efterhand. Att arbeta praktiskt tillsammans utanför klassrummet med gemensamma mål kan göra att man finner nya sidor hos varann och man får gemensamma minnen och saker att relatera till.

Samarbeten mellan skola och lantbruk i form av studiebesök är utbredd på många håll i världen, bland annat Sverige, Danmark, Tyskland, Storbritannien. I USA arbetas med farm-to-school projekt över hela landet, med stöd från bland annat Michelle Obama. Syftet är att knyta mindre lantbruk som leverantörer till skolor och därmed kunna erbjuda bättre mat i skolorna, få barn att äta nyttigare och även att gynna mindre lantbruk så att de ska kunna överleva.



I Norge har man tagit fasta på att ett samarbete mellan skola och lantbruk skulle kunna få stora konsekvenser för elevernas förankring i tillvaron och känslan av att bemästra saker. Genom praktiskt arbete på en gård i samverkan med varandra och lantbrukaren får barn insikter om mat, miljö, historia mm. Tanken är att klassrumsundervisningen sedan ska återkoppla till det praktiska arbetet på gården där barnen upplevt och erfart saker själva med händerna och med alla sina sinnen. Konceptet vänder sig både till alla barn i en klass eller till enstaka barn/mindre grupper med speciella behov. Barn med speciella behov tillbringar delar av skoltiden på gården och får arbeta praktiskt vilket bland annat kan ge erfarenhet av att bemästra saker och göra ett gott arbete som någon behöver. Det praktiska arbetet ger eleverna motivation att arbeta och förståelse för de teoretiska ämnena i skolan. Ingen vetenskaplig beskrivning av liknande projekt har hittats, varken i Norge eller någon annanstans, men arbetssättet stöds av flera centrala teorier för lärande såsom Dewey.

Tid: 2009-2010

Finansiering: SLF

Kontaktperson: Christina Lundström; 0511-67237,
christina.lundstrom@mark.slu.se

Samarbete: Magnus Ljung vid Institutionen för stad och land, SLU

Avhandlingar

Under 2009 försvarade Johanna Wetterlind sin avhandling:

Wetterlind J. 2009. Improved farm soil mapping using near infrared reflection spectroscopy. Acta Universitatis agriculturae Sueciae, nr 2009:68

Kontaktpersoner: Johanna Wetterlind 0511-67258 johanna.wetterlind@mark.slu.se



Undervisning på agronomprogrammet

Under 2009 har precisionsodling och pedometri ansvarat för precisionsodlingsundervisningen för mark/växtagronomstudenter, dels i en obligatorisk kurs i växtproduktion (30 hp) och dels i kursen "Marken i odlingen" (15 hp) som är en jordbruksinriktad markkurs på C-nivå som behandlar växtnäringslära, jordbearbetning, hydroteknik, vattenvårdslära och precisionsodling.

Kontaktpersoner: Sofia Delin 0511-67235 sofia.delin@mark.slu.se;

Studentarbeten

Under 2009 gjorde Erik Jönsson sitt kandidatarbete vid precisionsodling och pedometri. Arbetets syfte var att behandla sambandet mellan nettomineralisering av kväve från stallgödsel och dess grad av inblandning i marken.Handledare var Sofia Delin.

Jönsson E. 2009. Kvävemineralisering från stallgödsel beroende på olika grad av inblandning i mark Precisionsodling (Online) vol 2009:2

Övrig verksamhet

Lanna försöksstation

Verksamheten vid Lanna startade redan 1929 som en av ett stort antal planerade statliga försöksgårdar. Huvudfrågeställningarna var från början hur lerjorden skulle odlas med utgångspunkt från bl.a. dränering, kalkning och stallgödselhantering. Idag är Lanna en modern försöksstation som ägs och drivs av SLU. Den tillgängliga försöksarealen är 155 hektar. Här bedrivs ett stort antal försök med huvudinriktning på långliggande försök som berör mark- och växtnäringsfrågor.

Redan tidigt anlades fasta försöksfält med separat dränering av försöksparceller med möjlighet att mäta utlakningen, dvs. mäta avrinning och analysera innehållet i dräneringsvattnet. Efter successiv utbyggnad finns idag sex anläggningar på Lanna och en på Fotegården (lätjtjord), strax utanför Lidköping. Under 2009 har den senaste utbyggnaden med en helt ny anläggning med 20 stora parceller tagits i drift. Totalt finns nu 64 stora (480-5000 kvm) försöksparceller med separat dränering.

En likaså unik anläggning för kontinuerlig mätning av emissioner av växthusgasen lustgas finns på Lanna. Här bedrivs forskning i samarbete med Göteborgs universitet hur olika odlingsystem påverkar emissionerna

Huvudinriktningen är konventionell odling, men på 7 hektar odlas en sjuårig ekologisk växtföljd med möjlighet att utföra försök och demonstrationsodlingar i ekologisk odling. Dessutom utförs två långliggande försök med utlakningsmätningar i ekologisk odling (se nedan).

Försöksstationen är godkänd utförare inom ramen för SLU:s ackreditering inom GEP (Good Experimental Practice), ett kvalitetssäkringsystem inom försöksverksamheten

2009

Under 2009 utfördes totalt 68 försök. Dessa fördelades enligt följande uppdelning på

”försöksavdelningar” vid SLU och är riks-försök, länsförsök, distriktsförsök och beställningsförsök:

- Vattenvård	5
- Jordbearbetning	6
- Växtnäring	25
- Växtföljder	4
- Ogräs	1
- Sortförsök	24
- Växtskydd	3

Utöver traditionella försök har regelbundna vattenprovtagningar i avrinningsområden genomförts året runt för analys av växtnäringsämnen och växtskyddsmedel.



Figur 32. Flygbild över Lanna 2002.

Tabell 8. Långliggande försök placerade på Lanna alternativt som Lanna ansvarar för.

NR	Beteckning	Startår
RO-0646	Ekologisk odling - utlakningsrisker och kvävedynamik	1997
R0-0746	Ekologisk odling - utlakningsrisker och kvävedynamik	1997
R2-8418	Bearbetning - kväveminerisering	1996
R2-8419	Utlakning grönbräddor	2006
R2-8410	Höst- och vårröddor, flytgödsel – utlakning (Fotegården, Vinninga)	2003
R2-4010	Olika bearbetningssystem, plöjning - plöjningsfritt	1974
R2-4017	Direktsådd	1982
R3-0020	Humusbalans - stråsådd	1981
R3-0021	Humusbalans vid vallodling	1981
R3-0056	Jämförelse mellan odlingssystem, utlakningsmätningar	1978
R3-130	Markbiologiska tillstånd (förstorat ”ramförsök”)	1996
R3-1001	Kalk- och fosforstudier	1936
R3-1001	Kalk- och fosforstudier	1941
R3-9001	Bördighetsstudier (Bjertorp)	1966
R4-1103	Växtföljder med och utan vall	1964
R5-1105	Långtidseffekter av herbicider	1979

Långliggande försök

Vid Lanna försöksstation har sedan länge bedrivits försöksverksamhet med stor långsiktighet. Verksamheten är som redan sagts till stor del inriktad på mark- och växtnäringens frågor och odlingens påverkan på dessa. Dessa långliggande försök ingår i sam-

manställningen ovan. Samtliga långliggande försök finns med i tabell 4.

Personal

På Lanna försöksstation finns sex helårsanställda, varav två arbetar med försöken, tre sköter jordbruksdriften samt en ansvarig för verksamheten. Till det kommer 2 säsongsanställda.

Beställare / finansiering: Huvuddelen av försöken beställs och utförs på uppdrag av SLU i Uppsala och Skara inom ramen för olika forskningsprojekt och långliggande försök. Värdeprövning av sorter och växtskyddsmedel utförs även på uppdrag av dessa beställare.

Övriga samarbetspartners: B.la. Försök i Väst, Svensk Raps, Länsstyrelsen, Göteborgs universitet, Östadstiftelsen, Bioforsk, Norge och sortföretag.

Kontaktpersoner:

Johan Roland, 0510-530005, 070-5277139, Johan.Roland@mark.slu.se
Anders Grandin, 0510-530005, 070-6779987, Anders.Grandin@mark.slu.se

Nya projekt på Lanna

Ny utlakningsläggning

Under 2008 anlades ytterliggare en utlakningsanläggning på Lanna.

Anläggningen omfattar 20 stycken separat dränerade storparceller. Tack vare det stora antalet kan varje försöksled utföras med minst tre upprepningar, vilket innebär säkrare resultat.

Under 2009 provades anläggningen under ett s.k. utjämningsår och ett nytt projekt kommer att påbörjas 2010.

Kontaktperson: Johan Roland. Johan.Roland@mark.slu.se

Finansiärer: Sparbankstiftelsen Skaraborg och Sparbankstiftelsen Lidköping

Växtföljdsförsök

Under 2007 startade två långliggande växtföljdsförsök på Lanna och Bjertorp och har under 2009 haft sitt andra försöksår.

I projektet "*Hur ofta kan vi odla oljeväxter? Olika frekvenser av höstraps i en växtföljd – inverkan på avkastning och sjukdomsangrepp*" är tanken att belysa hur ofta man kan återkomma med höstraps i en växtföljd utan att riskera främst ökade sjukdomsangrepp med sänkt avkastning som följd. Avsikten är att försöken ska ligga minst sex år, men med ambition att förlänga liggtiden till tolv år.

Kontaktperson: Johan Roland. Johan.Roland@mark.slu.se

*Finansiärer: Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning och
Västra Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare
Västra Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare*

Precisionsodling Sverige (POS)

Verksamheten inom POS bedrivs huvudsakligen som en kompetensplattform för tillämpad forskning och utveckling av precisionsodling inom Sverige och är ett forum för samverkan mellan personer inom näringsliv, universitet och högskolor samt berörda organisationer. Verksamheten har tre huvudinriktningar. Teknikprövning som vägledning för lantbruket, forskning och utveckling samt kunskapspridning till lantbrukare och rådgivare.

Målsättning

POS övergripande målsättning är att:

- ◆ Förbättra det svenska jordbrukets ekonomi och konkurrenskraft, som en effekt av forskning och utveckling inom precisionsodlingen.
- ◆ Nå en mer hållbar produktion med minskad miljöpåverkan och högre kostnadseffektivitet genom ett bättre utnyttjande av lantbrukets resurser och insatsmedel.
- ◆ Förbättrad kvalitetsstyrning för att nå en god skörd med jämn och efterfrågad kvalitet genom större precision i olika odlingsåtgärder.

POS finansierar tre personer inom projektet. Det är en teknikkompetens, (Knud Nissen), en GIS kompetens (Mats Söderström) samt en samordnare (Christina Lundström). Verksamheten styrs och beslutas via en styrgrupp och en projektgrupp. Projektledare för POS är Bo Stenberg, SLU.

POS styrgrupp bestod 2009 av Mats Larsson, LRF (ordförande); Mats Emilsson, AGRO-VÄST; Anders Andersson, Yara; Torbjörn Djupmarker, Dataväxt AB; Dave Servin, SLU Alnarp, Bo Stenberg, SLU Skara; Anders Jonsson, SLU Skara; Kjell Gustavsson, Lantmännen; Lennart Nelson, JTI och Sven Klint, Svalöf Weibull AB.

Verksamhet 2009

- 090203: Möte i POS projektgrupp
- 090225-090226: Precisionsodlingskurs för rådgivare på Alnarp.
- 090306: Kurs för lärare på Sötåsen
- 090303: Möte i POS styrgrupp
- 090318: Kurs för lärare på Uddetorp
- 090323: Kurs för lärare på Nuntorp
- 090323: Möte i POS projektgrupp
- 090527: Redovisningar av pilotprojekt.
- 090624 – 090625: Borgeby Fältdagar. POS delade tält med Greppa Näringen, Yara och Nordkalk.
- 090630: Jordbrukardag på Logården. POS deltog i SLU:s monter.
- 090702: Brunnby lantbrukardag. POS deltog med monter och visning i fält.
- 090915: Möte i POS projektgrupp
- 091005: Pos deltog på HIR konferens
- 091102: Möte i POS projektgrupp
- 091105: Möte i POS styrgrupp.
- 091127: Utbildning av agronomstudenter, Ultuna
- 091201: POS deltog på Agroväst:s framtidsdagar



Figur 33. POS monter på Borgeby 2009.

En av POS huvuduppgifter är att finansiera och driva mindre pilotprojekt som förhoppningsvis sedan kan utvecklas till större forskningsprojekt. Under 2009 finansierade POS fyra sådana projekt, se tabell nedan.

POS deltar också i utbildning av lantbrukare, rådgivare, elever vid naturbruksgymnasier samt agronom- och lantmästarstudenter. Under 2009 deltog POS på lantbrukardagar på Borgeby, Brunnby och Logården.

9. Pilotprojekt finansierade av POS 2009

Projekttitel	Ansvarig
* Satellitbilder för översiktlig bedömning av variation – informationsmaterial för Borgeby 2009.	Mats Söderström
* Tredimensionell markkartering	Bo Stenberg
* Demonstration av Veris MSP automatisk jordprovtagning och pH-analys on-line för kalkbehovskartering	Mats Söderström
* Test av automatiserad bildanalysalgoritm för ogräs	Tomas Börjesson

Följ POS verksamhet på hemsidan! www.agrovast.se/precision

Nya rapporter i POS tekniska rapportserie 2009

18. Lundström, C. 2009. Verksamhet i AGROVÄST-projektet Precisionsodling Sverige, POS 2008.

19. Börjesson, T & Söderström, M. 2009. Bedömning av kvalitetsskillnader över tid i vallar avsedda för hösilage med Yara N-sensor.

För mer information om projektet Precisionsodling Sverige – besök vår hemsida:
<http://www.agrovast.se/precision/>

Kontaktperson: Christina Lundström 0511-67237
christina.lundstrom@mark.slu.se

Finansiering: Under 2009 har POS finansierat sin verksamhet med hjälp av AGROVÄST, Lantmännen, Stiftelsen Svensk Oljeväxtodling, Yara, VL –Stiftelsen samt Analycen AB.

Publikationer 2009

Artikel vetenskaplig tidskrift

Engström L., Bergkvist G. 2009. Effects of three N strategies on tillering and yield of low shoot density winter wheat *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science* vol 59 nr 6 536-543

Mårtensson F., Boldemann C., Söderström M., Blennow M., Englund J-E., Grahn P. 2009. Outdoor environmental assessment of attention promoting settings for preschool children *Health & Place* vol 15 1149-1157

Piikki K., Klingberg J., Pihl Karlsson G., Karlsson P.E., Pleijel H. 2009. Estimates of AOT ozone indices from time-integrated ozone data and hourly air temperature measurements in southwest Sweden *Environmental Pollution* vol 157 nr 11 3051-3058

Strömberg N., Engelbrektsson J., Delin S. 2009. A high throughput optical system for imaging optodes *Sensors and Actuators B: Chemical* vol 140 418-425

Bokkapitel

Engström L., Lindén B., Börjesson T., Söderström M., Nissen K., Gruvaeus I., Hagner O., Lorén N. 2009. Determination of canopy properties of winter oilseed rape using remote sensing techniques in field experiments. 113-118

Gunnarsson S., Sonesson U., Stenberg M., Kumm K-I. 2009. Scenarios for future Swedish dairy farming in relation to sustainability of animal health, environment and economy 445-458

Rydberg A., Hagner O., Aronsson P., Söderström M. 2009. Mapping spatial variation in growing willow using small UAS 485-492

Söderström M., Börjesson T., Pettersson CG., Nissen K., Hagner O. 2009. Within-field and regional prediction of malting barley protein content using canopy reflectance 119-126

Konferensbidrag / Proceedings

Dahlin S. Stenberg M., Lindström B. 2009. Dinitrogen fixation in trimmed and intact leys and the fate of fixed N in above- and belowground compartments. In: C. Grignani, M. Acutis, L. Zavattaro, L. Bechini, C. Bertora, P. Marino Gallina, D. Sacco (Eds). *Proceedings of the 16th Nitrogen Workshop: Connecting different scales of nitrogen use in agriculture.* 39-40

Eklund M., Nadeau E., Stenberg B., Nyberg A. 2009. NIR analyses of whole-crop cereal silage. 32-32

Engström L. Lindén B., Aronsson H., Stenberg M. 2009. . Methods to reduce nitrate

leaching after winter oil seed rape and peas. In: C. Grignani, M. Acutis, L. Zavattaro, L. Bechini, C. Bertora, P. Marino Gallina, D. Sacco (Eds). 141-142

Nylinder J., Stenberg M., Jansson P-E., Kasimir Klemedtsson Å., Weslien P., Klemedtsson L. 2009. Influences by cropping system and management on nitrogen loss on a clay soil. In: C. Grignani, M. Acutis, L. Zavattaro, L. Bechini, C. Bertora, P. Marino Gallina, D. Sacco (Eds). 21-22

Rapport

Börjesson T., Söderström M. 2009. Bedömning av kvalitetsskillnader över tid i vallar avsedda för hösilage med Yara N-sensor. Precisionsodling Sverige, Teknisk rapport vol 19

Djordjic F. Nisell J., Brandt M., Söderström M. 2009. Jordartskarta för jordbruksmark - jämförelsestudie mellan olika metoder för interpolation av mätpunkter samt testning av deras betydelse för PLC-beräkningar SMED Rapport vol 25

Lundström C., Ljung M. 2009. En storyline om hållbar utveckling med lantbruk som utgångspunkt: lärares och elevers upplevelser Precisionsodling (Online) vol 2009:4

Lundström C. 2009. Precisionsodling 2008: precisionsodling och pedometri Precisionsodling (Online) vol 2009:1

Roland, J., Lundström, C., Nyberg, A. 2009. ”Jämförelser mellan jordbearbetningssystem på lättlera och styv lera – Produktion och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder”. Precisionsodling 2009:3. 38 sidor.

Stenberg M., Kreuger J., Delin S., Helander C.A. 2009. Kartering av pesticider i dräneringsvatten från integrerad och konventionell växtodling. <http://hs-r.hush.se/?p=12474&m=3037>. vol 4/09

Stenberg M., Söderström M., Gruvaeus I., Bjurling E., Gustafsson K., Krijger A.K., Stenberg B., Pettersson C.G. 2009. Orsaker till skillnader mellan rekommenderade kvävegivor och de verkliga eller beräknat optimala i praktisk spannmålsodling – kan vi öka kväveeffektiviteten? <http://hs-r.hush.se/?p=12474&m=3037>. vol 5/09

Stenberg M., Delin S., Söderström M., Helander C.A. 2009. Utveckling av integrerad, ekologisk och konventionell växtodling. <http://hs-r.hush.se/?p=12474&m=3037>. vol 3/09 vol 5/09

Söderström M., Börjesson T., Pettersson C.G., Nissen K., Hagner O. 2009. Prognoser för malkornskvalitet med fjärranalys Teknisk rapport (Precisionsodling Sverige, Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet) vol 20

Artikel populärvetenskaplig tidskrift

Stenberg M., Mellqvist E. 2009. Hur bekämpa mördarsniglar i vall? Vallbrev n3 3 Maj 2009. Vallbrev n3 3

Populärvetenskaplig artikel. Kapitel i bok.

Roland, J. m.fl. 2009. Sorter. I Försöksrapport 2008, Mellansvenska försökssamarbetet. 129-134, 144-148.

Examensarbete

Jönsson E. 2009. Kvävemineralsättning från stallgödsel beroende på olika grad av inblandning i mark Precisionsodling (Online) vol 2009:2

Titlar utgivna i serien Precisionsodling:

- 2008:1. Sofia Delin och Lena Engström, Kvävemineringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter.
- 2008:2. Börje Lindén, Flytgödselspridning på hösten: möjligheter att minska kväveutlakningsriskerna genom olika åtgärder i växtodlingen - Litteraturöversikt: kunskapsläge och kunskapsluckor.
- 2008:3. Emma Eriksson, Markkartering anpassad för precisionsodling.
- 2008:4. Sofia Delin, Kvävemineringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfägödsel
- 2008:5. Lena Engström, Börje Lindén, Helena Aronsson och Maria Stenberg Höstraps och ärter i växtföljden - metoder att minimera den större N-utlakningsrisken
- 2009:1. Christina Lundström (red.) Precisionsodling 2008 - Precisionsodling och pedometri
- 2009:2. Erik Jönsson. Kvävemineringsförlopp från stallgödsel beroende på olika grad av inblandning i mark.
- 2009:3. Johan Roland, Christina Lundström och Anna Nyberg. Jämförelser mellan jordbearbetningssystem på lättlera och styv lera – Produktion och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder
- 2009:4. Christina Lundström och Magnus Ljung. En storyline om hållbar utveckling med lantbruk som utgångspunkt – Lärares och elevers upplevelser
- 2010:1. Christina Lundström (red.) Precisionsodling 2009 - Precisionsodling och pedometri

Institutionen för mark och miljö, SLU, Skara,

Precisionsodling och pedometri bedriver forskning med precision i odlingen som mål. Detta forskningsarbete tar sikte på att utveckla metoder för bättre utnyttjande av markens resurser samt styrning av processer som inverkar på grödornas tillväxt, framför allt genom bättre växtnäringshushållning, bl.a. platsspecifikt för tillämpning inom precisionsjordbruket.

Forskning bedrivs främst i fältstudier och fältförsök. Huvudsyftet med denna forskning är att förstärka den ekonomiska uthålligheten i svenskt lantbruk genom att förbättra grödornas avkastning och jordbruksprodukternas kvalitet och samtidigt utnyttja våra naturliga tillgångar på ett miljövänligt och resursbevarande sätt. Forskning, utbildning och information präglas av helhetssyn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning.



Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för mark och miljö
Precisionsodling och pedometri
Box 234, 532 23 SKARA
Internet: <http://www.slu.se/mark>

**Försök inte ta bort denna
sida i ditt worddokument!
Det fixar vi till i pdf-en!!**