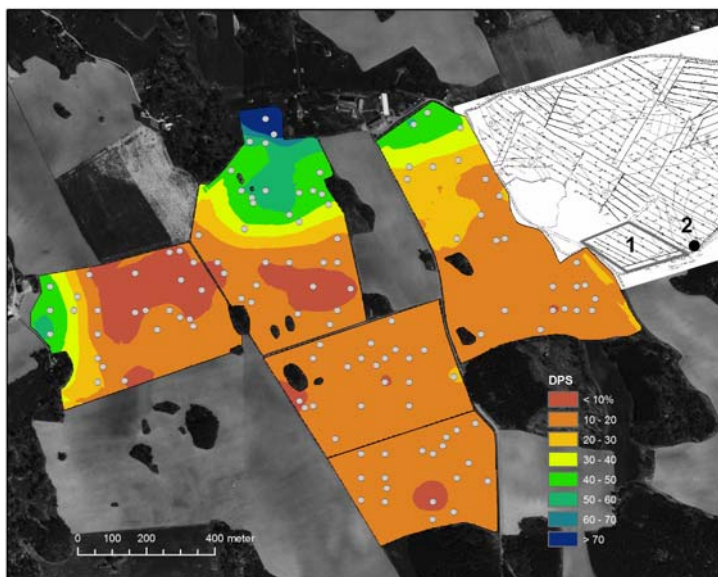


# Precisionsodling 2006

- verksamhet vid Avdelningen för precisionsodling



Christina Lundström (red)

**Avdelningen för precisionsodling**

*Division of precision agriculture  
Swedish University of Agricultural Sciences*

**Rapport 12  
Skara 2007**

*Report 12*

ISSN 1652-2788  
ISBN 978-91-576-7227-8



## Förord

Denna rapport är en årsrapport från avdelningen för precisionsodling vid Institutionen för Markvetenskap vid SLU. Rapporten presenterar pågående och under 2006 avslutade projekt som medarbetarna på avdelningen har arbetat med under det aktuella året.

Verksamhetens centrum ligger i förståelse och styrning av växtnäring i mark och gröda för att uppnå en god och lönsam produktion samtidigt som påverkan på den omgivande miljön minimeras. I styrningen av växtnäring och andra odlingsåtgärder ligger också att använda och lära sig tolka resultaten av och hantera ny teknik för att uppnå målen. Projekten omfattar försök både inom konventionell och ekologisk odling. Stor vikt läggs också vid att samverka med andra intressenter, såsom andra forskare vid högskolor och universitet, men också exempelvis myndigheter, organisationer, industri och lantbrukare.

Om projekten väcker tankar och frågor eller inspirerar till nya forskningsansatser - kontakta oss gärna!

Skara 2007

Christina Lundström  
Redaktör

Bildmontage framsidan: Mats Söderström



## Innehållsförteckning

Förord .....	2
Innehållsförteckning .....	4
Avdelningen för precisionsodling .....	6
Projekt under 2006 .....	9
Studier av växtnäringshushållning i tid och rum – effekter på gröda och miljö .....	9
Kvävemineraliseringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfågödsel 10	
Kvävemineraliseringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter .....	11
Kväveförsörjning av ekologiska höstoljeväxter – studie av olika kvävekällor, tillförsel-tidpunkter och myllningsteknik .....	12
Höstraps och ärter i växtföljden – metoder att ta tillvara det bättre förfruktsvärdet och minimera den större kväveutlakningsrisken.....	14
Kväveefterverkan av åkerbönor .....	16
Uthålliga täck- och fånggrödesystem.....	18
Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord.....	21
Brytning av höstbevuxen mark – olika strategiers inverkan på utlakning av kväve, fosfor och glyfosat .....	24
Riskbedömning av kväveutlakning från lerjord, till följd av olika höstbearbetningsåtgärder.....	25
Kartering av pesticider i dräneringsvatten från integrerad och konventionell växtodling.....	27
Dikväveoxidemissioner från ekologisk odling styrda av kväveeffektiviteten i systemet .....	29
Strategi för att minimera kadmium i jordbruksmark och gröda.....	31
Utveckling av hela odlingsystem med förbättrad produktion och odlingsekonomi samt effektivare utnyttjande av markens resurser.....	33
Jordbearbetningssystem på lätt och styv lera - produktion, ekonomi och risk för kväveförluster i två försök med sexåriga växtföljder.....	34
Utveckling av integrerad, ekologisk och konventionell växtodling.....	35

Implementering och utveckling av sensorer och metoder för en ökad precision i lantbruket .....	38
Platsspecifik snabbbestämning av skördebegränsande markfysikaliska egenskaper.....	41
Utveckling av ett integrerat miljö- och produktionsindex för fosfor (EPI).....	43
Indelning av fält i mineraliseringszoner.....	46
Klassificering av växtmaterial för bedömning av kväveeffekt till efterkommande gröda	48
Niranalys av ensilagekvalitet i samband med utfodring .....	49
NIR i vall.....	53
Bildanalys som ett redskap för platsspecifik ogräsbekämpning .....	54
Obemannad farkost (UAV) överblickar grödorna .....	57
Beslutsunderlag för kvävestyrning i real-tid baserat på sensordata, databaser och modellsimuleringar – informationsfusion inom precisionsodling .....	59
Film om precisionsodling.....	61
Studier av ekonomiska och miljömässiga effekter av en ökad precision i odlingen.....	62
Nyckeltal för bedömning av ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodling .....	63
Utbildning.....	65
Precisionsodlingskurs.....	65
Exjobb .....	65
Övrig verksamhet .....	66
Lanna försöksstation .....	66
Precisionsodling Sverige (POS).....	68
Publikationer 2006 .....	69

## **Avdelningen för precisionsodling**

Verksamheten på avdelningen, såsom forskning, utbildning och information präglas av en helhetssyn och sker i nära samarbete och dialog med näringsliv, myndigheter, organisationer och rådgivning. Avdelningen 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.

Avdelningen hade under 2006 totalt 15 anställda plus en inskriven doktorand i samarbete med Högskolan i Skövde. Av de anställda är fem disputerade, varav en med docentkompetens. Avdelningen har tre inskrivna doktorander och sedan 2000 respektive 2002 finns också en adjungerad professor och en adjungerad lektor (GIS-lantbruk) knutna till avdelningen

### **Skara**

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

### **Lanna**

Johan Fredriksson, försöksförman  
Berit Larsson, kontorist  
Johan Roland, distriksförsöksledare  
Rolf Tunared, försökstekniker  
Mikael Nordström  
Mattias Gustavsson, säsongsanställd

Lanna försöksstation utgör en viktig del av avdelningens verksamhet. Här bedrivs sedan många år ett stort antal långliggande försök inom mark/växtområdet. Under 2006 utfördes totalt 70 mark/växtförsök plus ett 15-tal demonstrationsodlingar. På Lanna finns fem fältanläggningar för utlagningsmätningar (se även sid. 66).

Avdelningen (inklusive Lanna) hade under 2006 totala intäkter på 13,1 miljoner kronor. Av detta var 2,8 miljoner statsanslag, 10,0 miljoner bidrags- och uppdragsintäkter samt 0,3 miljoner kronor övriga intäkter. Graden av externfinansiering var således nästan 80 procent.

Avdelningen arbetar aktivt inom det nationella samarbetsprojektet Precisionsodling Sverige, POS (se även sid. 65).

### **Forskning**

Vårt forskningsarbete tar sikte på att utveckla metoder för bättre utnyttjande av markens resurser samt styrning av processer som inverkar på grödornas tillväxt, framförallt genom bättre växtnäringshushållning, bl.a. platsspecifikt för tillämpning av precisionsodlingsjordbruket. Fyra viktiga forskningsfält som avdelningen arbetat

inom och som vi ser kommer att vara viktiga under kommande år är:

***Studier av växtnäringshushållning i tid och rum – effekter på gröda och miljö***

Här arbetar vi med projekt som beskriver olika gröders kväveefterverkan och hur den kan styras t.ex. med växtföljd, jordbearbetning och växtskydd. Andra projekt tar upp kvävedynamiken och gödslingsstrategier i olika grödor. Projekten beskriver även hur olika typer av växtnäringsförluster uppkommer och kan minimeras. Några projekt omfattar hur organiska gödselmedel omsätts i marken i relation till deras kvalitet.

***Utveckling av odlingssystem med förbättrad produktion, odlingsekonomi och utnyttjande av markens resurser***

Inom detta område finns några större projekt där man studerar hela odlingssystem. Projekten är ofta lite längre och förväntas pågå eller har pågått under en längre tid. Här studeras odlingssystem med avseende på bland annat jordbearbetning och konventionell/ekologisk/integrerad odling.

***Implementering och utveckling av sensorer och metoder för en ökad precision i lantbruket***

Inom detta område arbetar avdelningen med projekt där olika tekniker, t.ex. NIR och elektrisk konduktivitet används för att beskriva variationen i exempelvis jordart, kvävemineriseringsförmåga, och enskilda näringsämnen och metaller inom och mellan fält. Dessa data används för att bättre styra insatser på fältnivå. Teknikerna används både i strategier för att möjliggöra en hög provintensitet och för online-analyser. GIS (Geografiska informationssystem) används för att anpassa uppmätta resultat inom fält och för att ta fram underlag/kartmaterial att styra olika insatser efter. Nyckeltal tas fram för att bedöma ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodlingstekniken. Sensortekniken

används också i projekt för bestämning av ensilagekvalitet i samband med utfodring. I samarbete med Lantmännen Analycen genomförs ett projekt för metodutveckling av detektion av svårbekämpade markbundna patogener i bl.a. oljeväxter och ärter.

***Studier av ekonomiska och miljömässiga effekter av en ökad precision i odlingen***

Här ingår projekt som beskriver ekonomiska och miljömässiga effekter av precisionsodling i jämförelse med konventionell odlingsteknik. Ett projekt utvecklar en modell för hur precisionsodlingsdata kan utvärderas och omvandlas till spatiala nyckeltal för att underlätta bedömning av precisionsodlingens potential på den enskilda gården.

Forskningen bedrivs till stor del genom fältstudier och fältförsök och ofta i nära samverkan med näringsliv, myndigheter, olika organisationer och med rådgivningsverksamheten. 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***

Avdelningen var under 2006 ansvarig för motsvarande 2 poäng precisionsodling i en 10-poängskurs i växtnäringslära, och motsvarande 0,7 poäng precisionsodling i en 20-poängskurs i växtodling. Därutöver medverkade olika forskare vid avdelningen också i annan undervisning vid SLU-institutioner samt vid andra högskolor och universitet. Under året har 2 studenter gjort examensarbeten med handledning från avdelningen. Dessa kommer att slutföras under 2007. Inom ramen för ett av avdelningens forskningsprojekt "Nyckeltal inom precisionsodlingen" arrangerades ett antal kurser för lantbrukare.



**Information, samverkan**

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. 2006 deltog drygt 130 personer i konferensen.

Under 2006 var avdelningen huvudansvarig, delansvarig eller medverkande i ett antal seminarier, konferenser e. dyl.:

Växtodlings- och växtskyddskonferens i Uddevalla

Medverkan i forskartorget vid

Borgebydagarna i Skåne

Medverkan i Hushållningssällskapets jordbrukardag på Logården

Flera forskare vid avdelningen medverkar i olika ämnesgrupper inom FältForsk

Medverkan i olika nätverk såsom

Agroväst, Försök i Väst, Svensk Raps

Nätverksmöten med forskare vid

Högskolan i Skövde

Fältvandringar på Lanna försöksstation för rådgivare och lantbrukare

Medverkan i Nonnendag på Logården

angående dräneringsfrågor

Medverkan i Nonnenseminarium angående modern försöksteknik

Demonstration av ny teknik för markkartering på Bjertorp  
Seminarium och fältvandring på Östad säteri för två naturbruksgymnasier.  
Workshop om NIR-teknik för att förutsäga kväveminerisering  
NJF-konferens "Precision technology in crop production" i Lillehammer.  
COST-workshop om denitrifikation i Nederländerna.  
NJF-seminarium om jordbearbetning i Odense.  
Projektmöte i EU-projektet "Nitrogen Europe" i Skottland.  
ISTRO-konferens i Kiel.

**Publicering**

Resultaten från avdelningens forskning publiceras i vetenskapliga tidskrifter, institutionsrapporter samt populärvetenskapliga artiklar av olika slag. På avdelningens hemsida, <http://pomy.slu.se>, finns våra publikationer tillgängliga. På sidan 69 finns en förteckning över avdelningens publikationer 2006.

## Projekt under 2006

### *Studier av växtnäringshushållning i tid och rum – effekter på gröda och miljö*

Här ingår projekt som beskriver olika grödors kväveefterverkan och hur den kan styras t.ex. med växtföljd, jordbearbetning och växtskydd. Andra projekt tar upp kvävedynamik och gödslingsstrategier i olika grödor. Projekten beskriver även hur olika typer av växtnäringsförluster uppkommer och kan minimeras. Några nya projekt omfattar hur organiska gödselmedel omsätts i marken i relation till deras kvalitet.

## ***Kvävemineraliseringsförlopp och inverkan på skörd efter gödsling med fjäderfägödsel***

Man vet mycket lite om hur gödsel från fjäderfä effektivast kan utnyttjas i svensk växtodling. Gödsel från fjäderfä har betydligt högre koncentration av växtnäring och delvis andra kemiska och fysikaliska egenskaper än andra organiska gödselmedel.

### ***Målsättning***

Att jämföra växtnäringseffekten av höns gödsel och kyckling gödsel med handels gödsel.

Att jämföra växtnäringseffekten av höns gödsel och kyckling gödsel vid olika spridningstidpunkter.

Att undersöka efterverkan av höns gödsel och kyckling gödsel året efter spridningen.

Att kartlägga kvävemineraliseringsförloppet under växtodlingssäsongen efter tillförsel av höns gödsel och kyckling gödsel.

Att koppla kväveupptag i gröda och skördeutbyte till mineraliseringshastighet.

### ***Utförande***

Undersökningen utgjordes av ett gödslingsförsök och ett inkuberingsförsök. I gödslingsförsöken undersöktes effekten av höns- respektive kyckling gödsel på skörd i vårkorn vid spridning på vårvintern och vid vårbruket 2005 och av praktiska skäl vid vårbruket samt i växande gröda 2006. Året därefter undersöktes efterverkan av de olika gödseltyperna. Till inkuberingarna blandades jord med gödsel i plastflaskor som placerades i matjorden vid de olika spridningstidpunkterna.



### ***Resultat***

I fältförsöket 2006 gav gödslingen måttliga skördeökningar, troligtvis p.g.a. den torra väderleken. Sämst effekt fick sen gödsling. 30 kg handels gödsel N + 120 kg total-N med stall gödsel som spreds vid sådd gav motsvarande effekt som 50 kg handels gödsel N. Detta kan jämföras med

2005 då enbart 120 kg total-N med stall gödsel gav en skördeeffekt motsvarande 40-50 kg handels gödsel N.

Skillnaderna i efterverkan mellan enskilda led var inte signifikanta, men stall gödselade led 2005 gav i medeltal 150 kg i merskörd eller 3,4 kg mer i N-skörd i havre 2006, jämfört med de rutor som fått 40 kg N/ha med ammoniumnitrat 2005, vilket i kornförsöket 2006 motsvarar 7-8 kg gödsel-N.

Inkuberingarna visade på nettoimmobilisering i den kletiga höns gödseln och nettomineralisering i den torrare kyckling gödseln. Då andelen mineral-N initialt var större hos höns gödseln än hos kyckling gödseln i detta fall, resulterade detta i att mineralkvävemängden en tid efter spridning blev ganska likartad (ca 50 % av total-N) mellan gödselslagen.

***Tid och plats:*** Försöket genomfördes på Lanna försöksstation, 2005 - 2006.

***Finansiering:*** SLF

***Kontaktperson:*** Sofia Delin 0511-67235  
[sofia.delin@mv.slu.se](mailto:sofia.delin@mv.slu.se)

## Kvävemineraliseringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter

För att kvävet i organiska gödselmedel ska kunna utnyttjas så effektivt som möjligt genom maximalt skördeutbyte och minimerade förluster till omgivande miljö, måste dess tillgänglighet för växterna synkroniseras med växtens kväveupptag. Genom att kartlägga mineraliseringsförloppet under fältbetingelser kan man bedöma när det ännu inte mineraliserade kvävet borde bli växttillgängligt i förhållande till spridningstidpunkten. Detta behövs för att avgöra när man bör sprida gödseln för att få maximal växtnäringseffekt.

### Målsättning

Detta projekt syftar till att studera mineraliseringsförloppet av kväve efter gödsling med nötgödsel (både fast- och flyt-), kycklinggödsel, köttbenmjöl och BioVinass under naturliga temperaturförhållanden vid olika spridningstidpunkter.

### Utförande

Försöket utfördes genom inkubering av gödsel inblandad i jord i plastflaskor. Plastflaskorna placeras nere i matjorden vid olika tänkta tidpunkter för spridning av gödsel. Temperaturen i marken mättes kontinuerligt under hela försöksperioden. De gödselmedel som studerades var nötgödsel (både fast- och flyt-), kycklinggödsel, Biofer (köttbenmjöl) och BioVinass. Vid varje tänkt tidpunkt för spridning sattes dessutom ett led med jord utan inblandning av gödsel ut för att identifiera hur mycket av det mineraliserade kvävet som härrörde från jorden. Spridningstillfällena inföll på hösten, vårvintern, vid vårsådd samt senare på våren/försommaren. Flaskorna togs ut för analys vid 3-7 tillfällen beroende på spridningstillfälle. Innehållet i flaskorna analyserades med avseende på  $\text{NH}_4\text{-N}$  och  $\text{NO}_3\text{-N}$ . På detta sätt följdes förändringarna av innehållet av ammonium- och nitratkväve för beskrivning av mineraliseringens förlopp från spridningstillfället och fram till senhösten efter växtsäsongens slut.

### Resultat

Resultaten från år 2 (fig 1) visar att mycket mineralkväve frigörs snabbt efter spridning

av både Biofer och BioVinass. Från nötflytgödseln skedde ingen nettomineralisering efter spridning, medan däremot nötfastgödseln detta år verkar ha en nettomineralisering under hösten, till skillnad från 2005 då ingen nettomineralisering kunde uppmätas.

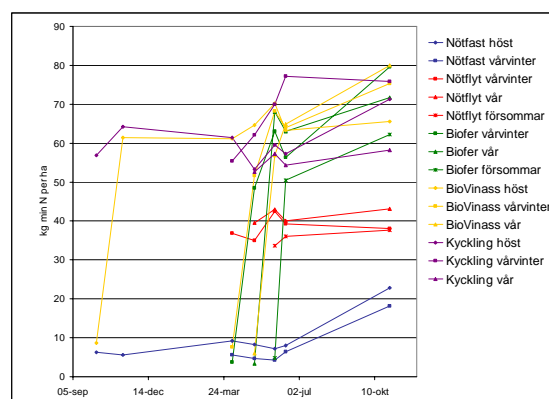


Fig 1. Mineralkvävemängd i gödseln vid olika tidpunkter efter spridning.

**Tid och plats:** Försöket genomfördes på Lanna försöksstation, 2005 - 2006.

**Finansiering:** SLU's Ekoforsk

**Kontaktperson:** Sofia Delin 0511-67235  
[sofia.delin@mv.slu.se](mailto:sofia.delin@mv.slu.se)

## ***Kväveförsörjning av ekologiska höstoljeväxter – studie av olika kvävekällor, tillförseltidpunkter och myllningsteknik***

Övergången till 100 % ekologiskt foder till idisslare innebär att efterfrågan på ekologiska rapsprodukter ökar. Låga skördar i ekologisk höstrapsodling kan oftast kopplas till liten tillgång till växtnäring. Här undersöks organiska gödselmedel applicerade med olika teknik för att se om kväveutnyttjandet kan förbättras. Höstraps har stort kvävebehov när plantorna börjar växa tidigt på våren och under stjälksträckningsfasen i april och början av maj. Då är nettomineraliseringen i marken vanligen låg. Därmed är det viktigt att organiska gödselmedel tillförs vid en tidpunkt och på ett sätt så att kväveutnyttjande och kväveförsörjning blir optimal. Av denna orsak bör effektiviteten hos marknadens organiska gödselmedel undersökas med avseende på vad som händer då de tillförs vid låga temperaturer och om de inte myllas.

### ***Målsättning***

Den övergripande målsättningen är att för ekologiska gårdar både med och utan djur kunna presentera en ekologiskt hållbar strategi för kväveförsörjning av höstraps med organiska gödselmedel och därmed öka odlingssäkerheten och det ekonomiska utbytet i odlingen. I projektet undersöks följande frågeställningar:  
Förbättras kvävetillgängligheten i organiska gödselmedel om den spridda gödseln radhackas direkt efter spridning jämfört med bredspridning?  
Ökar kvävetillgängligheten vid bredspridning tidigt på våren före tillväxtstart (1- 15 mars) jämfört med bredspridning efter tillväxtstart (1-15 april)?

### ***Utförande***

Genom att undersöka olika på marknaden förekommande organiska gödselmedel applicerade med olika spridningsteknik och i bestånd med olika etableringssystem kan en modell för effektivt kväveutnyttjande utarbetas. Sambanden mellan olika typer av organiska gödselmedel och spridningsförhållanden undersöks, för att om möjligt kunna påverka faktorer som ökar tillgängligheten av kvävet i gödselmedlen och därmed öka utnyttjandet av dessa.

### ***Resultat från två försök 2006***

Effekten av fyra olika gödselmedel i höstoljeväxter med 12 cm radavstånd (bredspridning) och 48 cm radavstånd (radhackning) studerades i två av de tre startade fältförsöken under 2006. De två försöken låg på Hög, Lidköping och Brogården, Skara. Det tredje försöket

slopades på grund av för stora mängder ogräs. Höstraps Banjo (hybridsort) såddes 15 augusti 2005 på Brogården efter rågvete som togs som helsäd och 16 oktober 2005 på Hög efter en stubbträda. Eftersom våren blev mycket sen detta år efter en kall och snöig vinter blev vi tvungna att slopa den tidiga spridningstidpunkten (före tillväxtstart ca. 15 mars). Spridning av gödsel gjordes därmed bara vid ett tillfälle (efter tillväxtstart och upptorkad mark) 21-26 april. Effekten på skörd och kväveupptag av gödselmedlen var den samma i de två radavstånden vid statistisk analys (dvs inga samband fanns mellan gödslingsled och radavstånd) och därför har ett medeltal för de två radavstånden använts i resultatredovisningen.

#### **Skörd**

Höstrapsen avkastade i medeltal 380 kg/ha mer på Hög (3050 kg/ha) än Brogården (2670 kg/ha). Antal plantor i höstrapsen

var lika på de båda försöksplatserna den 1 maj 2006, 59 och 56 plantor/m<sup>2</sup> med 12 cm radavstånd samt 33 och 24 plantor/m<sup>2</sup> med 48 cm radavstånd, på Brogården respektive Hög. Det lägre plantantalet i 48 cm radavstånd var troligen orsaken till att skörden också blev signifikant mindre (184 kg/ha) i detta led jämfört med 12 cm radavstånd, i båda försöken.

På Brogården var skördarna signifikant större i alla leden (B-E) jämfört med ogödslad led och merskördarna varierade mellan 300 och 490 kg/ha (figur 2). Inga skillnader i skörd fanns mellan led som fått Vinass, Biofer och kycklinggödsel men höstrapsen gödslad med kycklinggödsel avkastade signifikant mer (190 kg/ha mer) än ledet med nötflytgödsel, som hade minsta merskörderna av dessa led. På Hög var skördarna större i de led som gödslats med Vinass, Biofer och kycklinggödsel och merskördarna varierade mellan 280 och 570 kg/ha. Inga skillnader fanns i skörd mellan höstraps som gödslats med Biofer och kycklinggödsel men i ledet med Biofer var skörden större än i led med Vinass och nötflytgödsel. I leden med Vinass gav hackning efter spridning med släpslang störst merskörd.

I medeltal för de två försöken var skörden större i alla leden (B-E) men inga skillnader i skörd fanns mellan led som gödslats med Vinass, Biofer och kycklinggödsel. Däremot avkastade höstrapsen mer med Biofer och kycklinggödsel än med nötflytgödsel.

### Fortsatta försök

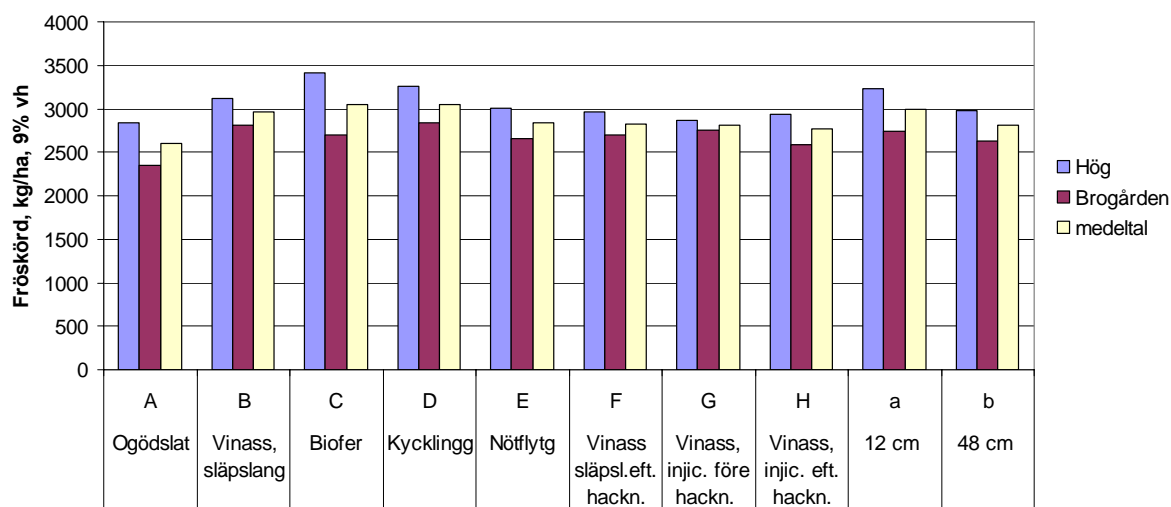
Under hösten 2006 såddes två försök, varav ett slopades pga snigelskador och mycket kvickrot. Därför kommer endast ett försök genomföras under 2007 och under hösten samma år startas de sista två försöken.

**Tid:** 2005-2006

**Finansiering:** SLU Ekoforsk

**Kontaktperson:** Maria Stenberg, SLU Skara, 0511-672 74,  
[Maria.Stenberg@mv.slu.se](mailto:Maria.Stenberg@mv.slu.se)

**Samarbetspartners:** Hs Skaraborg, Hs Konsult och Svenska Lantmännen.



**Fig 2. Fröskörd av höstraps med olika gödlingsled och radavstånd. Medeltal av 12 och 48 cm radavstånd (led A-E) på Hög och Brogården 2006 samt för de två försöken ihopslagna.**

## Höstraps och ärter i växtföljden – metoder att ta tillvara det bättre förfruktsvärdet och minimera den större kväveutlakningsrisken

### Målsättning

I detta projekt skall kväveprocesser vid odling av höstraps och ärter i jämförelse med havre studeras samt åtgärder för förbättrad kvävehushållning och minskad kväveutlakning.

### Utförande

Två treåriga utlakningsförsök genomförs på Götala försöksgård i Västergötland. Försöken är randomiserade blockförsök med tre upprepningar. Rutstorleken är 6 x 30 m och i varje ruta finns 3 sugceller på 80 cm djup för mätning av markvätskans nitratkoncentration. Försök 1, startades 2004 (år 1) med sådd av höstraps efter höstvetete i sex av totalt nio led (se figur 3). På våren 2005 (år 2) såddes havre i ett led och ärter i två andra led. Leden gödslades enligt figur 3. Inför år tre då efterverkan studeras såddes höstvetete efter plöjning i alla led 15/9 2005 (led I direksåddes) förutom led C som plöjdes 1/11 och såddes med vårvetete våren 2006. Dessa led delades på två och gödslades med 0 kg N ha<sup>-1</sup> och 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Försöket avslutades med

skörd 2006. Försök 2 startades med sådd av höstraps 2005 och avslutas med skörd av höstvetete och vårvetete 2007.

### Resultat

Slutsatser från försök 1 respektive år ett och två (2004-2005) var att höstrapsen tog upp mer kväve när den fick en högre kvävegiva på hösten. Den högre kvävegivan på hösten bidrog inte till ökad kväveutlakning och gav inga merskördar. Höstrapsens blad- och plantförluster under vintern bidrog mycket lite till kväveutlakningen under vintern. Trots höstrapsens förluster av biomassa och kväve under vintern minskade den kväveutlakningen till hälften i jämförelse med en obevuxen mark som stubbearbetats på hösten.

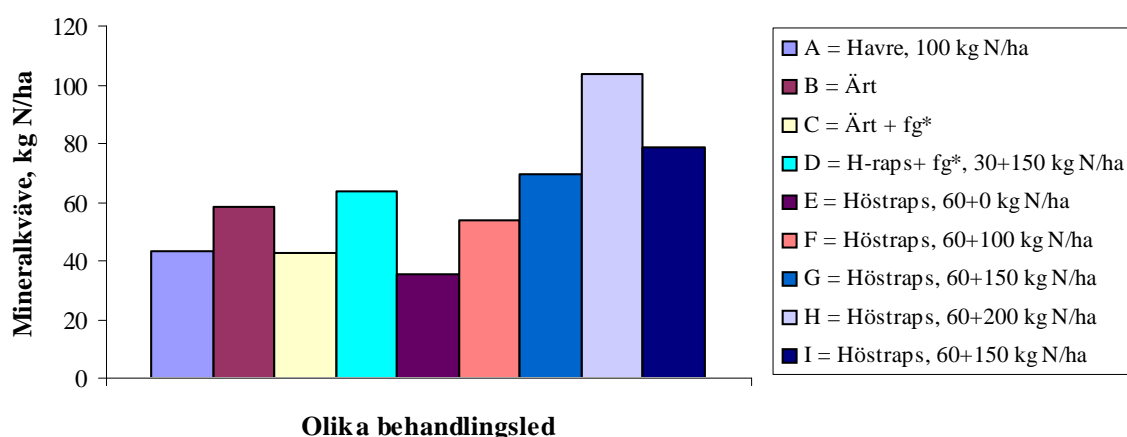


Fig 3. Mineralkväve i marken (0-90 cm, kg N ha<sup>-1</sup>) den 1-10/8 (skördedatum för höstraps led E den 1/8 och led D + F-I den 8/8 och för havre och ärt den 10/8). \*fg = fånggröda

Höstrapsens bladfällning under växtsäsongen bidrog med 18 kg N ha<sup>-1</sup> till marken. Bladfällningen och höstrapsens

tidiga mognad (i förhållande till havren) är troligtvis orsaken till en ökad kvävemineralisering och därmed en

anhopning av utlakningsbart kväve vid skörd. Markens innehåll av mineralkväve ökade vid skörd med stigande kvävegivor till höstrapsen. En kvävegiva som översteg optimum med 50 kg N ha<sup>-1</sup> orsakade en ökning av mineralkväve vid skörd med 34 kg N ha<sup>-1</sup>. Kväveutnyttjandet hos höstrapsen var högst med en giva på 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Den optimala kvävegivan på våren var detta år och på denna plats 150 kg N ha<sup>-1</sup> (priskvot 5). Fånggrödan i höstrapsen och ärterna fyllde sin funktion genom att mängden mineralkväve i marken vid skörd minskade utan att skördarna påverkades negativt.

Resultaten för 2006 i efterföljande höstvetete visade att det i november fanns 18 kg N ha<sup>-1</sup> mer mineralkväve i marken efter den överoptimalt gödslade höstrapsen jämfört med optimalt gödslad och 23 kg N ha<sup>-1</sup> mer än efter havre. Utlakningen i höstvetet under vintern, september – april, (gödslad med 100 kg N ha<sup>-1</sup>) var också störst efter den överoptimalt gödslade höstrapsen (23 kg N ha<sup>-1</sup>) vilket var 18 kg N ha<sup>-1</sup> mer än i höstvetet efter havre. Den överoptimala kvävegödslingen (200 kg N ha<sup>-1</sup>) orsakade inga merskördar i höstvetet. Mineralkväve

i november efter ärter minskade med 16 kg N ha<sup>-1</sup> med fånggröda och sen plöjning (1/11) jämfört med plöjning och sådd av höstvetete 15 september. Utlakningen under vintern var däremot näst högst efter ärter följt av fånggröda och sen plöjning, 14 kg N ha<sup>-1</sup> mer än efter höstvetete efter havre. Avrinningen och N-utlakningen var som störst i mars vintern 2005/06 till skillnad från 2004/05 då den var störst i november.

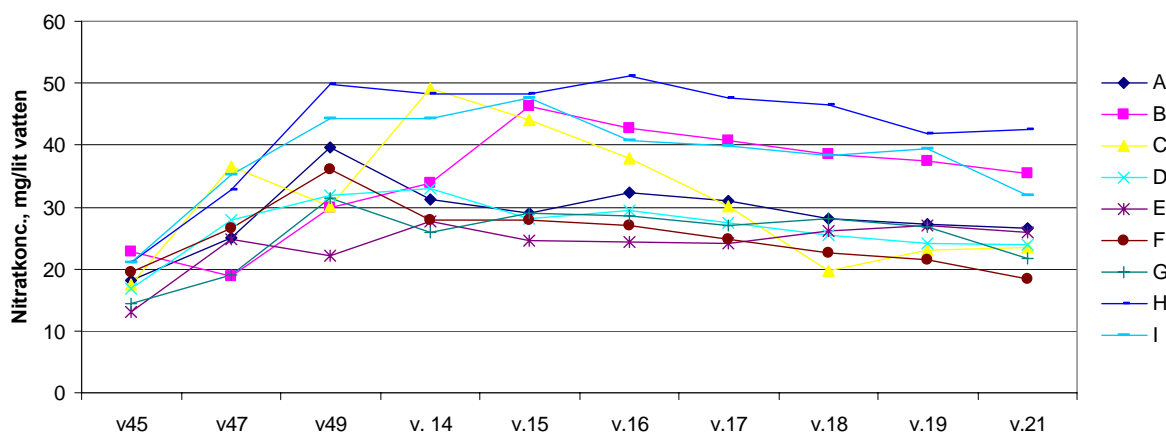
I försök två visade resultaten från året med höstraps, havre och ärter på samma tendenser som i första försöket.

**Tid och plats:** Fältförsöket utförs på Götala försöksgård, 2004-2007.

**Finansiering:**

- \* Stiftelsen Lantbruksforskning,
- \* Stiftelsen Svensk växtnäingsforskning
- \* Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning

**Kontaktperson:** Lena Engström  
0511-67141, [lena.engstrom@mv.slu.se](mailto:lena.engstrom@mv.slu.se)



**Fig 4. Nitratkoncentration i markvätskan (från sugkoppar på 80 cm djup) från november 2005 till maj 2006 i led med höstvetete efter havre (A), ärt (B) och höstraps (D-I). Led C var endast plöjt efter ärter med fånggröda och såddes med vårvete våren 2006.**



## Kväveeffterverkan av åkerbönor

Man vet mycket lite om hur stor kväveeffekt på efterföljande grödor man kan förvänta sig efter odling av åkerbönor. I ekologisk odling, där växtnäringstillgången är begränsad är denna frågeställning mycket intressant.

### Målsättning

Försökets målsättning är att uppskatta efterverkan av odling av åkerbönor under två efterföljande år i ekologisk odling för att ge bättre beslutsunderlag till lantbrukare och rådgivare. Det första året odlades korn och det andra året havre. Projektet har också som mål att belysa, hur kvävefrigörelsen, när den än sker, påverkas av åkerbönornas växtrester som förklaring till den variation som förekommer i resultaten. Detta skulle svara på frågan, hur kväveeffterverkan påverkas av varierande tillväxt hos åkerbönorna.

### Utförande

Det treåriga försöket har genomförts på 6 olika platser i Mellansverige. Tre av försöken startades upp under 2003, och resterande under 2004. Försöket är upplagt med ett förfruktsår och ett första respektive andra efterverkansår (tabell 1). Försöket är upplagt på tre led, A: havre, B: åkerbönor som skördas och C: åkerbönor som inte skördas. Led C finns med för att spegla vad som händer de år man inte lyckas skörda åkerbönorna. Under det sista försöksåret delades försöksrutorna i två delar. Den ena delrutorna fick nötflytgödsel motsvarande 75 kg N/ha i form av ammoniumkväve, medan den andra inte fick någon stallgödsel alls. Kväveminerialiseringen beskrivs genom kväveprofilprovtagning

ner till 90 cm djup vid fyra olika tillfällen under treårsperioden. Provtagning utförs vid förfruktens mognad, på senhösten därefter, tidigt på våren år två samt vid avslutad kväveupptagning av grödan det andra året. Dessutom görs en bestämning av kväveupptaget i grödan under efterverkansåren genom provtagning av stråsäden vid avslutad kväveupptagning år 2 och 3 i leden utan gödsling. Genom provtagning i leden som inte gödslades bestämdes de N-mängder från mark och förfrukter som varit tillgängliga för växtligheten under det aktuella året.

### Resultat

2006 slutfördes de tre kvarvarande försöken. Under 2007 kommer en sammanställning av alla resultat göras.

**Tabell 1. Försökets olika led samt efterverkansseffekt (kg N/ha) och merskörd (kg/ha) jmf med led A (kg/ha) 2005 (led B – åkerböna skördas; led A – åkerböna skördas ej).**

Led	A	B	C
Gröda år 1	Havre	Åkerböna	Åkerböna
Gröda år 2	Korn	Korn	Korn
Gröda år 3	Havre	Havre	Havre
Efterverkan (kg N/ha)	66	75	102
Merskörd jmf led A (kg/ha)	0	500	1050

Skörden i led C blev 1050 kg/ha högre än i led A, medan led B visade en ökad avkastning på 500 kg/ha jämfört med led A. Under det tredje året kunde ingen efterverkan av åkerböna konstateras i något led.

För att se hur mineralkvävemängderna i marken påverkades av de olika förfrukterna gjordes jordanalyser vid mognad och sen höst år ett samt under tidig vår och vid mognad år två. Vid mognad det första året fanns det i genomsnitt 15 kg mer mineralkväve i marken efter åkerböna jämfört med ledet med havre. Senare på hösten hade mängden mineralkväve ökat ett par kg/ha i både led A och B, men skillnaden var fortfarande lika stor. I led C var mineralkvävemängden lite drygt dubbelt så stor jämfört med led A sent på hösten.

Våren efter hade de genomsnittliga kvävemängderna i marken ökat något jämfört med provtagningarna på senhösten i samtliga led. I led A och B hade mineralkvävemängderna ökat med 7 kg/ha, medan mängden i led C hade ökat med tre kilo/ha. Hur mycket som hade

mineraliserats respektive denitrifierats är svårt att uppskatta. Resultat från tidigare utförda inkubationsförsök antyder dock att halm från åkerböna i ganska stor utsträckning klarar att binda kvävet över den mest kritiska vinterperioden. Man bör dock beakta att halmen i inkubationsförsöken är sönderdelad och inblandad i jorden.

Vid analyserna av mineralkvävemängderna på hösten det andra året noterades inga förhöjda mängder i leden med åkerböna jämfört med korn. I samtliga fall var marken i det närmaste tömd på växttillgängligt mineralkväve.

**Tid:** Projektet pågick mellan 2003 till 2006.

**Finansiering:** Försöket finansierades av Statens Jordbruksverk

**Kontaktperson:** Anna Nyberg  
0511-67000; [anna.nyberg@mv.slu](mailto:anna.nyberg@mv.slu)

## **Uthålliga täck- och fånggrödesystem**

Höstveteodlingen har ökat under senare år, vilket kan försämra möjligheterna att etablera effektiva fånggrödor i syfte att uppnå tillräcklig areal grön mark i Götalands slättbygder. Undersökningar visar dock att rajgräs kan etablera sig bra som insådd fånggröda i höstvete. Om därtill klöver ingår, kan N-efterverkan förbättras. Om det är svårt att lyckas med insådd på våren utgör sådd av mellangrödor i samband med höstvetets skörd ett alternativ. Insådd av vallväxter i stråsäd kan även utnyttjas som grüngödslingsträda, gärna med baljväxtinslag, på uttagen areal (EU-träda). Därmed slipper man stubbträdens negativa effekter såsom uppförökning av ogräs och ökad användning av kemiska bekämpningsmedel, samtidigt som vallväxternas positiva verkningar i form av produktion av organiskt material, större kväveefterverkan, markstrukturförbättring och växtpatologiskt sanerande verkan tas tillvara.

### **Målsättning**

Målet med programmet var att belysa hur man kan utnyttja mellangrödor för att ta tillvara fördelar de ger i odlingen utan att äventyra deras funktion som fånggrödor.

Att undersöka:

möjligheten att så in fånggröda i höstvete på våren.

möjligheten att så in en mellangröda i samband med skörd av höstvete.

strategier för god ogräsbekämpning och kvävehushållning i odlingssystem med bevuxen Eu-träda.

### **Utförande**

I tre delprojekt belyste vi etablering och nyttan av mellangrödor och bevuxna trädor vilka kan utnyttjas som:

- 1) Insådd fånggröda (i kväveutlakningsbegränsande syfte) som växer på hösten efter höstvete.
- 2) Insådd N-producerande mellangröda som växer och tar upp markkväve och fixerar luftkväve under hösten efter höstvete.



3) Mellangröda som sås i samband med höstveteskorörden som alternativ till insådd på våren i höstvete.

4) Ogräsreglerande och strukturförbättrande grüngödslingsträda istället för ogräsbevuxen stubbträda på uttagen areal.

### **Material och metoder**

Studierna genomfördes i fältförsök på olika jordar i Skåne, Västergötland och Uppland. För att kvantifiera effekter av mellangrödor och strategier för odlingen av dessa mättes avkastning och N analyserades i grödor och jord vid flera tillfällen under året. I en av delstudierna studerades även effekter på markstrukturen och utlakningen beräknades med hjälp av verktyget SOILNDB.

### **Resultat**

De insådda mellangrödorna påverkade inte höstvetets avkastning eller kväveinnehållet i kärnan vid någon nivå av kvävegödsling. Höstvetets avkastning ökade när mer kväve tillfördes. Med ökad kvävegiva minskade

också mängden baljväxt medan mängden gräs var i stort sett lika oberoende av kvävegiva. Detta gjorde att skillnaden i mängd mellangröda vid skörd av höstvetet blev mindre mellan led med och utan baljväxt vid de större kvävegivorna än vid de lägre. I det första försöket i Västergötland var mängden mellangröda vid skörd i de gödslade leden så liten att det inte blev marktäckande bestånd under hösten. Kväveinnehållet i den ovanjordiska skottbiomassan sent på hösten var ungefär lika stor i alla led med baljväxter när inget kväve tillfördes vetet. I försöket i Västergötland ackumulerades inte lika mycket kväve i mellangrödorna under hösten som i försöket i Skåne. Det efterföljande ogödslade vårkornet avkastade nästan dubbelt så mycket kväve när baljväxtmellangrödor insådda i ogödslat höstvetet plöjts ner på hösten som när rajgräs eller ingen mellangröda plöjts ner. Mellangrödornas större positiva kväveeffekt vid låga gödslingsnivåer än vid höga gör att när höstvetets och kornets avkastning summeras blir avkastningsökningen mindre med ökad kvävegiva i leden med baljväxter i mellangrödorna.

Oljerättikan var i genomsnitt effektivare än övriga testade mellangrödor på att tömma markprofilen på lättlösligt kväve. I Skåne där tillväxtförhållandena var mycket gynnsamma och samtliga mellangrödor producerade 2-4 ton torrsbstans skott per hektar var dock rapsen och rågen i stort sett lika effektiva som oljerättikan. Oljerättikan producerade mer biomassa än övriga, men eftersom markprofilen var i stort sett tömd på lättillgängligt kväve blev kvävehalterna lägre i rättikan och det total upptaget därför ungefär lika stort som i råg och raps. I Västergötland producerade mellangrödorna mellan 0,2 och 1,8 ton per hektar och markprofilen tömdes inte lika effektivt som i Skåne i något led. Summan av mängden lättlösligt kväve i markprofilen och mängden kväve i mellangrödorna var ungefär lika i alla led

utom med luddvicker där den totala mängden kväve var större. Det etablerades ungefär lika många rapsplantor med halm som marktäckning som med jordmyllning av fröna. Båda metoderna fungerade betydligt bättre än sådd utan myllning. I Skåne blev dock plantorna avsevärt mindre när fröna såddes under halm än myllades ner i jorden.

Försöksresultaten visade att en vallträda behöver putsas för att rotogräsen ska hållas tillbaka. I de fall ogrässtrycket var stort var de olika putsningsstrategierna emellertid verkningslösa och resultatet blev en uppförökning av rotogräs. En till två putsningar gav lika bra ogräsresultat som fyra putsningar och det fanns en tendens att fyra putsningar skadade vallen mer än ogräset. Höstveteskördarna blev överlag störst i ledet med glyfosatbehandlad stubbträda. Stubbträda och oputsad vallträda gav i flera fall signifikant lägre skördar, medan vallträdan som putsats 2-4 gånger klarade sig bra avkastningsmässigt. Detta berodde sannolikt både på mindre förekomst av ogräs och på en bättre tillgång på mineralkväve för höstvetet i dessa led. Om fältet har riklig förekomst av rotogräs bör man inkludera andra åtgärder än enbart putsningar. Brytning av träda i juli ökade utlakningsrisken jämfört med i september. Utlakningsrisken ökade inte med antalet putsningar, trots att större



Fig 6. Rödklöver som mellangröda.

mängder växtmaterial och högre kvävehalter uppmättes i putsad träda än i led med få putsningar.

### **Slutsatser**

Klöver växer betydligt mindre vid höga kvävegödslingsnivåer än vid låga och kväveefterverkan minskar därför med ökad kvävegiva till höstvetet. En större andel gräs medför lägre kvävehalter i växtmaterialet och sämre kväveefterverkan. Rödklöver klarar konkurrensen med vetet något bättre än vitklöver. Rödklöver tömmer marken effektivare på mineralkväve än vitklöver, men inte lika bra som gräs/klöverblandningar eller gräs i renbestånd.

Mellangrödor som sås i samband med skörd av höstvetet kan tömma markprofilen på huvuddelen av lösligt kväve före vintern. Ju högre mineralkväveinnehåll i marken och ju kortare säsong, desto viktigare är det att välja en effektiv art och

en effektiv etableringsmetod. Oljerättika var mer effektiv än höstraps, höstråg eller luddvicker. Även en ganska gles mellangröda tömde profilen effektivt på kväve. Rapsplantorna överlevde mycket bra när de lades på ytan och täcktes med halm liksom om de myllades.

En insådd vallträda behöver putsas för att roto-gräsen ska hållas tillbaka. En till två putsningar gav lika bra ogräsresultat som fyra putsningar. Höstveteskördarna blev överlag störst efter glyfosatbehandlad träda. Om förekomsten av roto-gräs är riklig bör man inkludera andra åtgärder än enbart putsning. Kväveutlakningsrisken ökade inte med antalet putsningar. Brytning av träda i juli gav emellertid upphov till större utlakning än brytning i september.

**Tid:** Projektet avslutades under 2006.

**Finansiering:** Projektet finansierades av SLF.

**Kontaktpersoner:** Johanna Wetterlind, 0511-67258, och Maria Stenberg, 0511-672 74, [Johanna.Wetterlind@mv.slu.se](mailto:Johanna.Wetterlind@mv.slu.se); [Maria.Stenberg@mv.slu.se](mailto:Maria.Stenberg@mv.slu.se).

**Samarbete:** Göran Bergkvist, Institutionen för växtproduktionsekologi och Åsa Myrbeck, Helena Aronsson, Tomas Rydberg, Ararso Etana, och Börje Lindén, , Inst. för markvetenskap

## Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord

**Mineralkväve som ackumuleras i markprofilen under hösten på lerjordar riskerar att gå förlorat som gasformiga förluster. Försöket på Lanna har visat att kväve mineraliserat efter tidig plöjning under normala och blöta år har försvunnit vid provtagning sen höst. I framtida studier kan vi förhoppningsvis kvantifiera förlusterna.**

### Målsättning

Att studera växtnäringsläckaget från en styv lera vid höstbearbetning vid olika tidpunkter. Att studera skillnader i växtnäringsläckage från en styv lera med konventionell jämfört med plöjningsfri odling.

Att med hjälp av en rad markfysikaliska parametrar studera hur de olika bearbetningsstrategierna påverkar markstrukturen på längre sikt.

### Inledning

I det här försöket jämför vi, förutom tidpunkten för höstbearbetningen, även plöjningsfri odling med konventionella system ur läckagesynpunkt. Det har vi ej kunnat göra på lätta jordar. I försöket tog

vi tidigare ut kväveprofiler vid flera tillfällen under året. Gröda och fånggrödor analyserades också på innehåll av kväve under säsongen. Tio led genomfördes 1997-2005 (tabell 2). Försöket genomförs i tre block.

**Tabell 2. Försöksplan försök R2-8408 och skörd (kg/ha och relativtal) 1997-2005.**

Led	Jordbearbetning	Havre 1998	Vårvete 1999	Vårkorn 2000	Havre 2001	Vårvete 2002	Vårkorn 2003	Havre 2004	Vårvete 2005	Medel 1998-2005 <sup>1</sup>
A	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen nedbrukas	4530 =100	4580 =100	3850 =100	4810 =100	4490 =100	2800 =100	5120 =100	5570 =100	100
B	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen bortföres	91	107	110	99	96	103	87	101	99
C	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen nedbrukas	101	94	90	87	82	112	86	69	87
D	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen bortföres	90	110	106	93	90	101	85	74	93
E	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (eng.-rajgräs), halmen bortföres	97	104	106	90	90	122	72	91	93
F	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (cikoria), halmen bortföres	99	96	97	88	88	71	63	84	88
G	Stubbearbetning ca 1.9, halmen nedbrukas, senhöstplöjning (20-25.10)	94	102	102	92	94	105	84	92	94
H	Stubbearbetning ca 25.9, halmen nedbrukas, senhöstplöjning (20-25.10)	98	100	97	91	92	108	91	91	94
I	Stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)	91	106	109	93	96	112	79	95	96
J	Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas	99	97	101	92	96	129	103	81	96
Sign.		n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	***	**	n.s.	n.s.

<sup>1</sup> Avkastning 2003 ej med i beräknat medelvärde. Sadelgallmygga orsakade missväxt i försöket.

Från och med 2006 förändrades försöksplanen något. Cikorialedet slopades och led med ytlig bearbetning (Carrier) lades till. De första bearbetningsåtgärderna enligt den nya planen genomfördes hösten 2006. Försöksplanen har bytt namn till R2-8418:

- 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

Senarelagd plöjning har i försöket tenderat att orsaka minskad avkastning och därmed sämre kväveutnyttjande. Provtagningar av mineralkväve har visat att mineralkväve som ackumuleras i profilen under hösten efter tidig höstplöjning normala och blöta år försvinner från profilen men ej genom utlakning utan troligen genom emissioner till luften. I försöket kan långsiktiga effekter av olika jordbearbetningsstrategier studeras framöver liksom årliga effekter av bearbetning på kvävedynamiken och förluster.

**Tabell 3. Kärnskörd för vårkorn Astoria, kvävehalt samt kväveupptag i försök R2-8418, Lanna, år 2006**

Led	Jordbearbetning	Kärnskörd, kg ha <sup>-1</sup> 15 % vh	Relativ- tal	N % av ts, NIT	Kväve- upptag, kg ha <sup>-1</sup>
A	Tidig höstplöjning (ca 1 sept.), halmen nedbrukas	3 820	100	2,05	66,6
B	Tidig höstplöjning (ca 1 sept.), halmen bortföres	3 690	96	2,10	65,8
C	Sen höstplöjning (ca 20-25 okt.), halmen nedbrukas	3 190	83	2,06	55,6
D	Sen höstplöjning (ca 20-25 okt.), halmen bortföres	2 990	78	2,07	52,6
E	Engelskt rajgräs och Carrier tidig vår, halmen kvar	3 490	91	2,02	59,9
F	Carrier tidig vår, halmen kvar	3 400	89	2,03	58,7
G	Stubbearbetning ca 1 sept., halmen nedbrukas, utan höstplöjning	3 530	92	2,03	60,9
H	Stubbearbetning ca 20-25 okt., halmen nedbrukas, utan höstplöjning	3 360	88	2,12	60,3
I	Plöjningsfri odling: Carrierkörningar ca 1 och 25 sept., halmen nedbrukas	3 690	96	2,09	65,4
J	Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1 och 25 sept., halmen nedbrukas	3 130	82	1,99	53,0
Prob.		p=0,090		p=0,485	p=0,068
LSD		560		0,12	10,0

**Tid och plats:** Försöket genomfördes 1997 - 2006. Ny plan fr.o.m. 2006.

**Finansiering:** Jordbruksverket t.o.m. 2006.

**Kontaktpersoner:**

☒ Maria Stenberg, 0511-67274, Avd för precisionsodling SLU, Skara.

☒ Åsa Myrbeck, 018-671213; Avd för jordbearbetning, SLU, Uppsala.



## **Brytning av höstbevuxen mark – olika strategiers inverkan på utlakning av kväve, fosfor och glyfosat**

En större areal fånggröda är önskvärt för att vi ska uppnå en minskad kväveutlakning från jordbruket. För att undvika att de arter som används som fånggröda blir ogräs i växtföljden bryts ofta fånggrödorna med pesticider. Detta sker sent på hösten för att utnyttja fånggrödans hela tillväxtperiod. Finns det då också en risk att det samtidigt medför en ökad användning och utlakning av glyfosat?

### **Målsättning**

Målet med projektet är att ta fram ny kunskap om hur glyfosatbehandling av fånggrödor innan en mekanisk brytning påverkar utlakningen av kväve, fosfor och glyfosat. Det blir ett komplement till dagens kunskap gällande fånggrödor och senarelagd bearbetning som redskap för att minska negativ miljöbelastning från jordbruket. Syftet är att utveckla dessa redskap till att bli så effektiva som möjligt och ge hållbara produktionssystem utan miljömålskonflikter. Glyfosatbehandling av fånggrödor på hösten är allmänt förekommande men kunskaperna kring hur denna åtgärd påverkar risken för utlakning av kväve, fosfor och glyfosat är bristfälliga. Konkret handlar projektet om att klargöra dessa risker och finna lösningar som fungerar såväl ekonomiskt som ekologiskt.

### **Utförande**

Projektet startade hösten 2005 och genomförs på två försöksplatser under två år, på mojord i Halland och styv lera i Västergötland. På dessa försöksplatser används specialtäckdikade rutor som möjliggör provtagning och kvantifiering av det avrinnande vattnet från varje ruta (2 respektive 3 upprepningar per led). Parallella studier på två olika jordarter möjliggör utvärdering av jordartens betydelse för olika åtgärders effekt, vilket bedöms intressant eftersom skillnaden i responsen på olika åtgärder tidigare visat sig variera avsevärt mellan lätta jordar och styvare leror. Vi mäter utlakning av glyfosat, kväve och fosfor. I tabell 4 visas leden i de två försöken.

**Tid och plats:** Försöket genomförs på Lanna och Lilla Böslid 2005 - 2007.

**Finansiering:** SLF

**Kontaktperson:**

Maria Stenberg, Avd för precisionsodling  
SLU, Skara, 0511-67274,  
[maria.stenberg@mv.slu.se](mailto:maria.stenberg@mv.slu.se)

**Projektledare:** Helena Aronsson  
Avdelningen för vattenvårdslära, SLU,  
018-67 24 66

**Tabell 4. Leden i försöken vid Lilla Böslid och på Lanna.**

Led	Fånggröda		Kemisk brytning		Bearbetning	
	Lilla Böslid	Lanna	Lilla Böslid	Lanna	Lilla Böslid	Lanna
A	Ja	Ja	20 sept	1 okt	10 nov	10 nov
B	Ja	Ja	20 sept	1 okt	1 mars	20 mars
C	Ja	Ja	5 okt	Mars	10 nov	20 mars
D	Ja	Nej	5 okt	1 okt *	1 mars	10 nov
E	Ja	Nej	20 okt	1 okt *	1 mars	20 mars
F	Ja		-		1 mars	

## ***Riskbedömning av kväveutlakning från lerjord, till följd av olika höstbearbetnings-åtgärder***

Att tidpunkten för jordbearbetning kan ha stor betydelse för utlakning av kväve, speciellt på lätta jordar, har visats i studier i både Danmark och Sverige. Med nuvarande kunskapsläge är det dock svårt att bedöma hur effektivt det är att senarelägga höstbearbetning som åtgärd för att minska förlusterna av kväve från lerjordar. Frågan är aktuell i bl a Götaland där krav på grön mark föreligger. Med nuvarande kunskap är möjligheterna att kunna kvantifiera de bakomliggande funktionerna i marken små. Om det vore möjligt skulle man lättare kunna identifiera jordar med hög risk för läckage.

### ***Målsättningen för projektet är att:***

belysa hur pass stor inverkan på höstmineraliseringen som senarelagd höstbearbetning har på jordar med olika egenskaper i avsikt att minska kväveutlakningsrisken.  
 identifiera markegenskaper som indikerar att behov av senare bearbetning föreligger.  
 utveckla strategier för identifikation av jordar där behov av senare bearbetning föreligger.

### ***Utförande***

Projektet utfördes genom studier på en gradient av jordarter (ca 5-50 % ler) med varierad mullhalt på jordbruk med och utan svinproduktion. Projektet koncentrerades till valda delar av västra Götaland, så att skillnaderna i nederbörd, lufttemperatur och andra klimatförhållanden begränsades. Försöken löpte under 3 år för att klart belysa årsmånsvariationerna. Sammanlagt valdes 24 försöksplatser årligen utifrån:

- Lerhalt i matjorden (ca 15-50 % ler)
- Odlingshistoria (svin eller ej, vall eller ej i växtföljden)
- Mullhalt i matjorden (ca 2-12 %)

På varje plats lades ett försök med tre upprepningar ut. Två led jämfördes:  
 A. Tidig höstbearbetning (plöjning i början av september)  
 B. Utebliven höstbearbetning fram till senhösten (plöjning i början av november).

Marken karaktäriserades genom analys av kemiska, fysikaliska och biologiska markparametrar. För att beräkna kvävemineraliseringen under hösten uttogs i respektive led jordprover för bestämning av mineralkväve (ammonium- och

nitratkväve) inom 0-30, 30-60 och 60-90 cm djup. Provtagningen utfördes dels omedelbart före den tidiga höstplöjningen och dels sent på hösten.

### ***Resultat***

Under två torra år ackumulerades i genomsnitt ca 20 kg mer mineralkväve i markprofilen ner till 90 cm mellan september och november i ett plöjt led jämfört med ett obearbetat led (fig 7). Den inbördes relationen mellan försöken var dock inte densamma de olika åren, det vill säga försök med hög mineralisering ett år hade låg ett annat, vilket betyder att det inte gick att prognostisera omfattningen på höstmineraliseringen med hjälp av markparametrar och NIR. Det fanns dock en tendens till att mullhalten får betydelse över omkring 7 %.

Våra resultat tyder inte på att lerjordar mineraliserar vare sig mer eller mindre än lättare jordar, men sådana egenskaper kan maskeras av en varierande grad av denitrifikation och läckage i olika jordar. Resultaten visar på starka indikationer att det kväve som mineraliseras i lerjordar kan denitrifieras innan det hinner röra sig nedåt i profilen om det inte är för torrt.

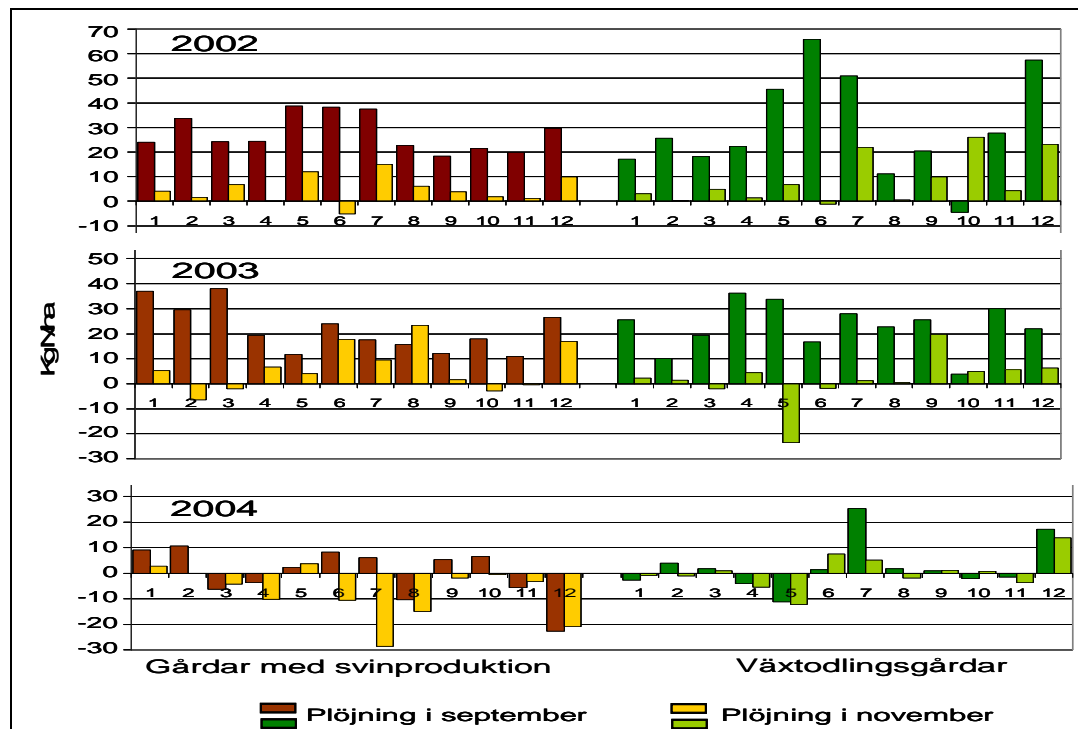


Fig 7. Ökningen i mineraliserat kväve ( $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$ ) (0-90 cm) från september till november under åren 2002-2004.

Risken för läckage till dräneringsvattnet är därför mindre ju lerigare och tätare en jord är. Andelen ackumulerat mineralkväve i alven i plöjda led minskade med lerhalten och ökade med makroporer i övre delen av alven. Detta tyder i sig på minskad risk för läckage i lerjordar.

Mängden mineralkväve i profilen var betydligt lägre i november 2004 än 2002 och 2003. Minskningen gällde framförallt nitrat och var störst i de lerigare jordarna med tätare plogsula där ammoniumhalten ofta också var lite högre. Vår slutsats är att nitraten på de lerigaste platserna där endast mycket lite nitrat återfanns i alven den normalblöta hösten 2004 förlorades genom denitrifikation. Med minskande lerhalt återfanns fortfarande en hel del nitrat i alven och större mängder kan antas ha gått förlorat genom läckage.

Med tanke på de stora mängder mineralkväve som verkar kunna mineraliseras till följd av jordbearbetning och senare också denitrifieras under hösten är det nödvändigt att bättre lära sig

kvantifiera och förstå dessa processer för att korrekt kunna modellera kväveläckage från åkermark. Inte minst denitrifikationen och andelen som utgörs av lustgas är viktigt att skatta och reducera likväl som läckaget. Ur ett ekonomiskt perspektiv är gasformiga förluster lika illa som läckage och ur ett miljöperspektiv risken stor att man byter en negativ miljöeffekt mot en annan.

Projektet avslutades under 2006 och presenteras i: Wetterlind, J., Stenberg, B., Stenberg, M. och Lindén B. 2006. Tidig höstplöjning på lerjordar – riskbedömning av kväveutlakning. *Mouldboard ploughing in early autumn on clay soils - risk assessment of nitrogen leaching*. Rapport 6.

**Tid och plats:** Försöket genomfördes på 24 platser i Skaraborg 2002 - 2005.

**Finansiering:** Jordbruksverket

**Kontaktperson:** Bo Stenberg 0511-67276  
[Bo.Stenberg@mv.slu.se](mailto:Bo.Stenberg@mv.slu.se)

## **Kartering av pesticider i dräneringsvatten från integrerad och konventionell växtodling**

Det är av stort samhällsligt intresse att våra odlingssystem utvecklas mot så liten negativ belastning på omgivande miljöer som möjligt. Det innebär bl.a. att minimera användningen av pesticider, men det är också viktigt att öka kunskaperna om hur lantbruket kan minska riskerna vid användning. För att nå det målet krävs fördjupat underlag för lantbrukaren om hur t.ex. olika odlingsåtgärder i fält påverkar risken att pesticider hamnar i yt- och grundvatten.

### **Målsättning**

Att på Hushållningssällskapets försöksgård Logården studera förekomst av bekämpningsmedel i dräneringsvatten från de olika odlingssystemen samt analysera orsakerna till förekomsten av de olika medel som konstateras.

### **Utförande**

På Logården har utveckling av odlingssystem pågått sedan 1991. Förutom konventionell odling så drivs en del av gården som integrerad odling och en del som ekologisk enligt KRAVs regler. Integrerat växtskydd bygger i första hand på förebyggande åtgärder i form av växtföljd, sortblandningar och satsningen på biologisk mångfald. Inom det integrerade systemet används kemisk bekämpning som ett komplement. För att

minska den negativa inverkan av kemisk bekämpning används låga doser och när det finns valmöjlighet i fråga om preparat eftersträvas alltid att använda det med bäst miljöegenskaper. Särskild återhållsamhet tillämpas beträffande insektsbekämpning.

I den integrerade odlingen på Logården används pesticider behovsanpassat och övriga odlingsåtgärder syftar till att även minska pesticidbehovet.



Fig 8. Integrerad odling med lähäckar på Logården (Foto: Karl Delin).

Mellan varje skifte finns lähäckar och 3 m gräsremсор etablerade för att gynna biologisk mångfald, inklusive naturliga fiender, samt skapa en mer attraktiv landskapbild. Den största delen av den kemiska bekämpningen står ogräsbekämpningen för. I den integrerade delen används ofta lägre doser och en något sämre ogräseffekt accepteras. Något som ställer till problem inom det integrerade systemet är den ökande mängden gräsogräs som kräver en mer intensiv kemisk bekämpning. Glyfosat användes hösten 2004 på några av skiftena där det detekterades. Under sommaren fann vi bl.a. MCPA i dräneringsvattnet: höga halter vid provtagning i samband med riklig nederbörd efter behandling i början av juni (20, 30 resp. 50  $\mu\text{g l}^{-1}$ ). Substanser som ej använts 2005 har detekterats i några fall.

### **Resultat**

Projektet startades i juli 2004. Hösten 2004 var användningen av pesticider liten. Våren 2005 innan första behandling med pesticider, provtogs vatten i 12 av brunnarna för kartering av pesticider i dräneringsvattnet. Vid karteringen fann vi glyfosat och bentazon i flera av brunnarna i både integrerad och konventionell odling. Bentazon användes på gården senast 1998.

**Tid och plats:** Försöket utförs på Hushållningssällskapetets försöksgård Logården under 2004-2005

**Finansiering:** Projektet finansieras av Stiftelsen Lantbruksforskning.

**Kontaktperson:** Ansvariga för projektet är Maria Stenberg, 0511-672 74, Avdelningen för precisionsodling, [maria.stenberg@mv.slu.se](mailto:maria.stenberg@mv.slu.se), samt Jenny Kreuger, Avdelningen för vattenvårdslära.

## Dikväveoxidemissioner från ekologisk odling styrda av kväveeffektiviteten i systemet

Effektivt utnyttjande av tillfört kväve och platsbunden tillgång på kväve är viktigt i utvecklingen av odlingssystem som är produktions- och miljömässigt hållbara på kort och lång sikt. Förluster av kväve genom utlakning och emissioner är oundvikliga vid all odling. I det här projektet utvärderas och utvecklas ekologisk, integrerad och konventionell odling.

### Målsättning

Inom projektet bestäms:

N-utlakning och N<sub>2</sub>O-emissioner i relation till kväveutnyttjandegrad.

Nyckelprocesser i marken som styr N<sub>2</sub>O-produktionen och -emissioner.

I figur 9 visas N<sub>2</sub>O-emissioner från sex grödor i ekologisk och integrerad odling under oktober 2004-maj 2005. N<sub>2</sub>O-emissionerna varierade mellan 0,7 to 2,55 kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> under perioden med generellt högre emissioner från skiften med

ekologisk odling. Figur 10 visar gasprovtagning från kyvetter i fält på Logården.

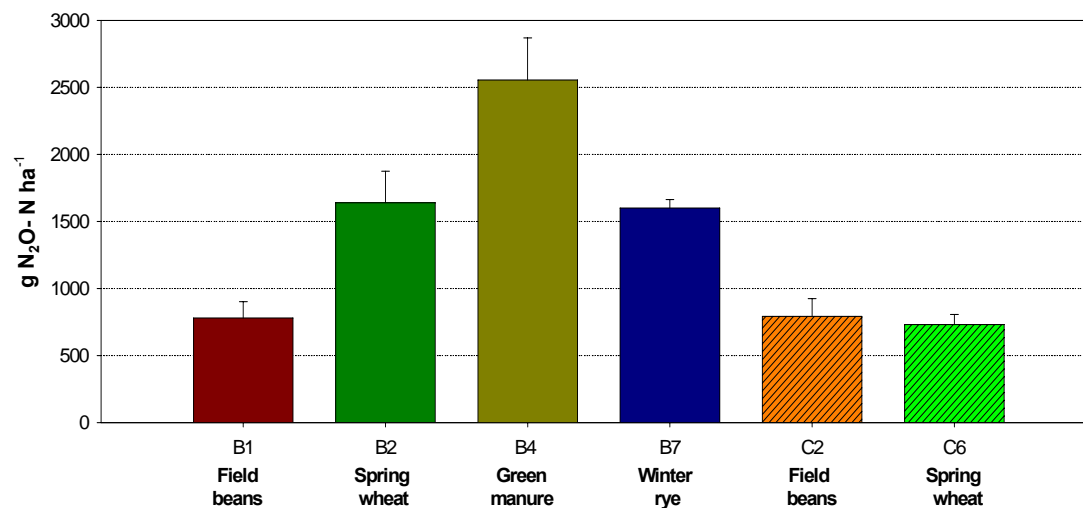


Fig 9. Ackumulerade N<sub>2</sub>O-N emissioner (g N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup>) från ekologiska (B) och integrerade (C) grödor 2004-2005 (preliminära data).



Fig 10. Provtagning av gas på Logården (Foto: Stellan Johansson).

**Tid och plats:** Försöket har utförts under 2004 och 2005 på Hushållningssällskapets försöksgård Logården i Västra Götaland.

**Finansiering:** Projektet finansieras av Formas.

**Kontaktperson:** Kontaktperson vid Avdelningen för precisionsodling är Maria Stenberg, 0511-672 74, [Maria.Stenberg@mv.slu.se](mailto:Maria.Stenberg@mv.slu.se).

**Projektledare:** Leif Klemedtsson, Göteborgs Universitet.

**Fortsättning:** Under 2006 påbörjas kontinuerliga mätningar av emissioner från konventionell spannmålsodling på Lanna försöksstation inom projektet "Lustgasemission från odling på lerjordar; med en systemanalys över de svenska lustgasemissionerna", lett av Leif Klemedtsson och finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning.

## **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 modernmateriallets 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 där man både har 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. På dessa gårdar har vi 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 bakgrundskartor och flygbilder till GPS-utrustning och användes vid provtagningen.

Vi avser att detaljkartera vissa fält med EM38 (mäter jordens elektriska ledningsförmåga) som har visat sig vara en bra metod för att kunna avgränsa områden med olika jordarter och 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 flygmagnetiska kartor där man i ett geografiskt informationssystem kan göra en översiktlig riskbedömning.

### **Resultat**

Under 2005 togs ca 20 prover i höstvet och korn på tre gårdar (två i Skåne och en i Östergötland) för att få en uppfattning om

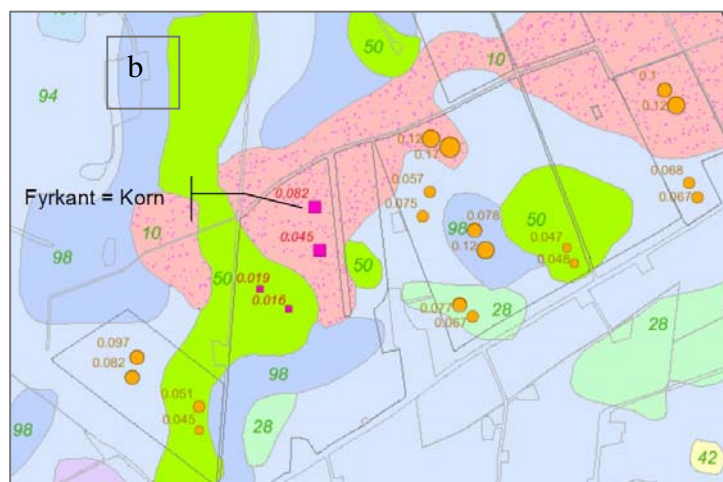
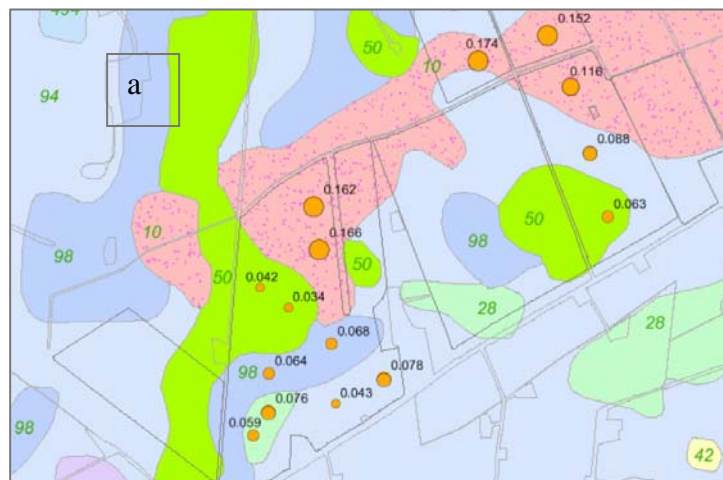


variationen i Cd-upptag mellan olika modermaterial. Då togs även jordprover på en av gårdarna. Under maj 2006 togs jordprover på de resterande två gårdarna, både i matjord och i alv. Både näringsinnehåll (AL), pH samt jordartsanalys gjordes på samtliga prover. Två gårdar valdes ut för fortsatta undersökningar.

Strax innan skörd 2006 togs grödprover i ett något större område kring de två gårdarna. En del prover togs på samma fält som året innan (om det återigen var höstvet). Provtagningen planerades m h a den jordartsgeologiska och den berggrundsgeologiska kartan. I Östergötland togs prover i ett något större område än i Skåne under 2006.

Cd-halterna i kärnprover varierade mycket inom de båda undersökningsområdena. Variationen i Skåne följde på ett någorlunda likartat sätt den som noterats under 2005. Det är företrädesvis inom det område som klassas som svämsediment där man finner de högsta halterna i både gröda och jord. Halterna i gröda var något lägre under 2006 jämfört med 2005, sannolikt beroende på det mycket torra och varma vädret under sommaren 2006.

I området i Östergötland är mönstret mer svårtolkat och kräver ytterligare bearbetning. Provtagningsområdet där ligger inom ett område med alunskiffer som täcks av jordlager med varierande ursprung.



**Figur 11. Kadmium i, a) höstveteprover 2005 och b) höstvetete och korn (fyrkantig symbol) 2006 i en del av undersökningsområdet i Skåne. I bakgrunden syns SGU:s jordartskarta (med fältgränser) som fungerat som grund för provtagningsplaneringen. Hela kartan i figuren täcker ca 160 ha.**

**Tid:** 2005-2007

**Finansiärer:** Mistra, SLF, Agroväst

**Kontaktperson:** Mats Söderström, SLU, [mats.soderstrom@mv.slu.se](mailto:mats.soderstrom@mv.slu.se)

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

***Utveckling av hela odlingssystem med förbättrad produktion och odlingsekonomi samt effektivare utnyttjande av markens resurser***

Inom detta område finns några större projekt där man studerar hela odlingssystem. Projekten är ofta lite längre och förväntas pågå eller har pågått under en längre tid. Här studeras odlingssystem med avseende på jordbearbetning samt konventionell/ekologisk/integrerad odling.

## **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.

### **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, som startade 1996/1997, utförs på Östad säteri, utanför Alingsås, i två fältförsök med olika lerhalt. I båda fallen tillämpas sexåriga växtföljder med viss anpassning till jordarten. I båda växtföljderna finns höstsådda och vårsådda spannmålsgrödor samt åkerbönor (tidigare våroljeväxter). Vidare jämförs hur en grüngödslingsgröda påverkar växtföljden i förhållande till en växtföljd utan grüngödsling. Alla grödor finns representerade varje år i de båda försöken. I respektive fält med de olika grödorna utförs tre olika bearbetningsstrategier med avseende på olika intensiteter:

Konventionell, reducerad samt extremt reducerad bearbetning.

Utöver skördemätningar studeras ogräsförekomst och i försöket med lättare lera tas jordprov tre gånger under säsongen för att studera mängden mineralkväve i marken. Undersökningen planeras att i första hand genomföras under två sexåriga växtföljdsomlopp.

### **Resultat**

I försöket på den lättare jorden är avkastningen i de höstsådda grödorna högst i leden med konventionell bearbetning, medan i de vårsådda grödorna var skillnaderna i avkastning mindre mellan bearbetningsstrategierna. I försöket

med styvare lera har i samtliga fall ledet med konventionell bearbetning haft den högsta genomsnittliga avkastningen. I en förenklad ekonomisk analys har på lättjordsförsöket ledet med extremt reducerad bearbetning givit det klart bästa ekonomiska resultatet sett till hela växtföljden. I försöket på den styvare leran var skillnaden i det ekonomiska utfallet betydligt mindre mellan de olika bearbetningsstrategierna.

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.

**Tid och plats:** Försöken genomförs på Östad Säteri, 1996-2008.

**Finansiering:** Östadsstiftelsen

**Kontaktperson:** Johan Roland  
0511-67139, 0510-530005  
[Johan.Roland@mv.slu.se](mailto:Johan.Roland@mv.slu.se)

Undersökningen sker i samarbete med Avdelningen för jordbearbetning vid Institutionen för markvetenskap, SLU Uppsala

## Utveckling av integrerad, ekologisk och konventionell växtodling

**Kväve i lantbruket har alltid varit en stor fråga. I detta projekt mäter vi kväveutlakning från tre odlingssystem på försöksgården Logården utanför Grästorp.**

### Målsättning

Ett övergripande mål med projektet är att finna lösningar på kväveproblematiken i lerjords-system i Mellansverige och därmed uppnå ett lönsamt och uthålligt jordbruk på dessa jordar genom att utveckla hållbara och produktiva odlingssystem med ändamålsenlig produktkvalitet. Genom att verkningsgraden på insatserna förbättras när man utnyttjar de naturliga förutsättningarna bättre kan detta uppnås utan att produktionskostnaderna ökar. Grundpelaren är en växtföljd som till stor del är självförsörjande med kväve, minimerar ogräsproblem och risken för skadegörare, samtidigt som den möjliggör kraftigt reducerad bearbetning. Målet med projektet skall uppnås genom att kvantifiera och följa upp olika förlustvägar för växtnäring, speciellt kväve, i odlingssystem på lerjord och bestämma förhållanden i mark och gröda som påverkar omsättningen av växtnäring. Vi skall också kvantitativt och kvalitativt registrera förändringar i odlingssystemen och i dess produkter.

### Bakgrund

Projektet utförs på HS Skaraborgs försöks-gård Logården utanför Grästorp. Där bedrivs sedan 1991 ett projekt för att utveckla odlingssystem som möjliggör uthållig och produktiv livsmedelsförsörjning med minimala negativa effekter på omkringliggande miljö. Hela gårdens areal om 60 ha ingår i projektet och är indelad i tre olika odlingssystem: **konventionell odling, ekologisk odling** och **integrerad odling**. Odlingssystemen lades ut för att ta fram underlag för utveckling och analys av det enskilda systemet men inte för att jämföra de olika odlingssystemen.

Med **konventionell odling** menas här odling med traditionell odlingsteknik där både kemiska bekämpningsmedel och mineralgödsel ingår. I Logårdsprojektet ska den konventionella delen representera det vanligaste odlingssystemet inom svenskt lantbruk idag och därmed också fungera som referens gentemot de andra två systemen. Odlingen sköts som på andra växtodlingsgårdar i området, och insatser görs i enlighet med rekommendationer som ingår i Hushållningssällskapets HIR-rådgivning. Växtföljden domineras av höstvetete och havre med oljeväxter som

avbrottsgröda, och det ingår ingen träda i växtföljden. Jordbearbetningen är traditionell med plöjning, harvning och sådd med konventionell såmaskin.

Den **ekologiska odlingen** bedrivs enligt KRAV:s regler vilket bland annat betyder att varken mineralgödsel eller kemiska bekämpningsmedel används. Växtföljden är utformad så att den så mycket som möjligt förebygger problem med ogräs och skadegörare. Kväveförsörjningen sker till största delen genom odling av kvävefixerande grödor. Genom att marken hålls bevuxen så stor del av året som möjligt minimeras riskerna för växtnäringsförluster, erosion och markpackning.

Syftet med den **integrerade odlingen** är att bedriva en miljövänligare konventionell odling. Jordbearbetning för bekämpning av ogräs blir ofta en avvägning mellan en effektiv ogräsbekämpning och att minimera antalet överfarter för att minska energiåtgång och kväveförluster. Mekanisk ogräsbekämpning tillämpas genom harvning i stråsåden och radhackning i åkerbönona. Den integrerade växtföljden är utformad på ungefär samma sätt och med ungefär samma mål som den

ekologiska, det vill säga förebyggande mot ogräs och skadegörare och odling av kvävefixerande grödor. Som komplement används mineralgödsel och vid behov, kemisk bekämpning. Ett led i att minska energiåtgången i den integrerade delen är att den odlats helt plöjningsfritt sedan starten 1991. Målsättningen har varit att eventuella skördeminskningar i det integrerade odlingssystemet jämfört med det konventionella skulle täckas av lägre produktions- och insatskostnader.

Logården ligger i ett område med mellanlera. En bättre förståelse av kväveomsättningen i dessa jordar behövs för att minimera kväveförlusterna till luft och vatten. Kunskap om detta ska uppnås genom att dels kontinuerligt mäta kväveförlusterna och dels följa de förändringar i jordens egenskaper som sker i marken i respektive odlingssystem. All åker på Logården låg i träda under 2003 och täckdikades. Täckdikningen genomfördes med ett dikesavstånd på åtta meter. För att kunna följa avrinning och utlakning inom de enskilda skiftena täckdikades de

separat, och en uppsamlingsbrunn för dräneringsvatten anlades för varje skifte.

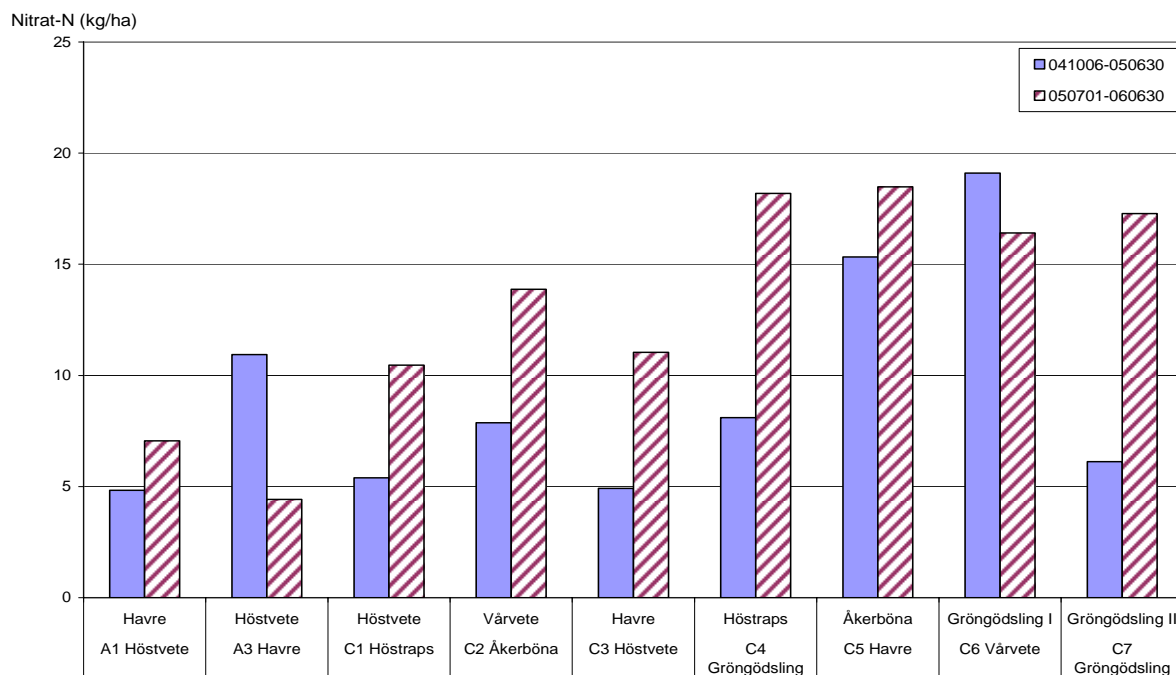
I samband med täckdikningen genomfördes en grundläggande karakterisering av förhållandena i marken på försöksgården Logården med avseende på biologiska, fysikaliska och kemiska parametrar. Detta för att kunna följa förändringarna i marken efter täckdikningen och i den fortsatta utvecklingen av de tre odlingssystemen.

### Utförande

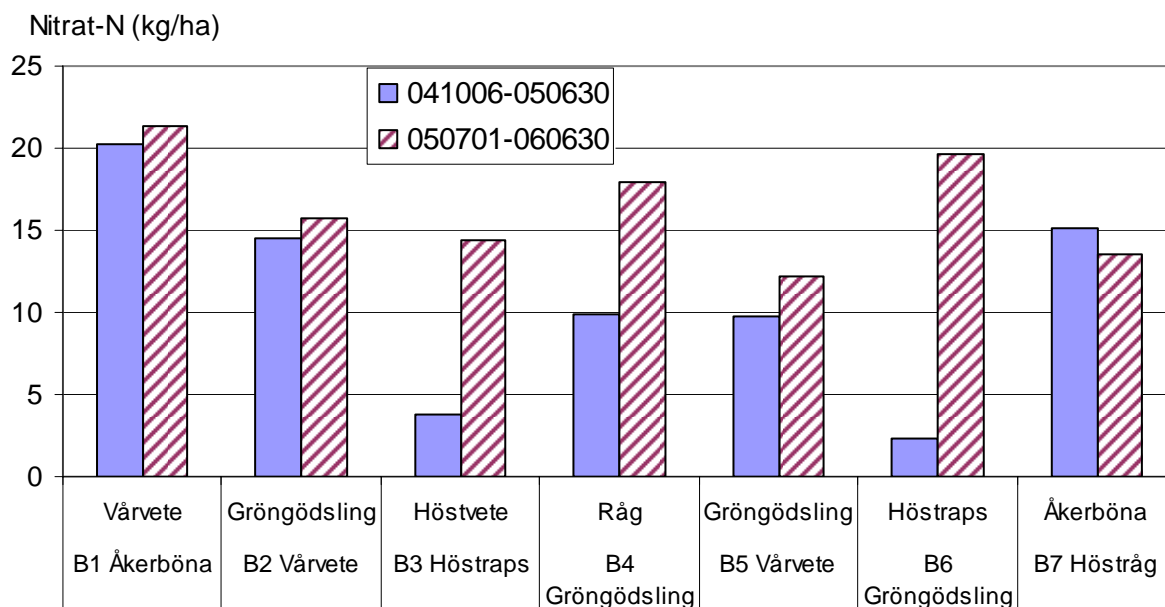
Projektet startades 2004 med provtagningar och analyser av dräneringsvatten, jord och grödor. Mätningarna av vattenflöden och automatisk provtagning av vatten startade oktober 2004 och avrinningen kom igång ordentligt i slutet av oktober.

### Resultat

I figur 12 och 13 visas ackumulerad nitratkväveutlakning från de tre olika odlingssystemen skiftesvis under perioden 6 oktober 2004 till juni 2005.



**Fig 12. Ackumulerad nitratkväveutlakning skiftesvis på Logården oktober 2004-juni 2006, i konventionell (de två staplarna längst tillvänster) och integrerad odling med grödor 2004-2006 (preliminära data).**



**Fig 13. Ackumulerad nitratkväveutlakning skiftesvis på Logården oktober-juni 2006 i ekologisk odling med aktuella grödor 2004-2006 (preliminära data).**

Från de flesta skiften understeg utlakningen under perioden  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Generellt var utlakningen av kväve större under perioden 2005/2006 än under den föregående perioden. Åkerböna, höstraps och gröngödsling som förfrukt har i några skiften medfört ökade förluster genom utlakning.

Under hösten 2004 påbörjades flera andra projekt. Förekomst av bekämpningsmedel i dräneringsvatten från de olika odlingssystemen samt analys av orsakerna till förekomsten av de olika medel som konstateras studeras i ett SLF-projekt i samarbete med Jenny Kreuger, SLU. Provtagning och analys av lustgasemissioner från markytan och dräneringen sker i ett treårigt projekt finansierat av Formas och lett av docent Leif Klemedtsson, Göteborgs Universitet. Provtagning och analys av fosfor i dräneringsvattnet görs inom ett treårigt projekt finansierat av Formas och lett av docent Barbro Ulén, SLU. Under 2006

startas ytterligare ett Formas-projekt lett av docent Sara Hallin, Institutionen för mikrobiologi, SLU, i samarbete med Hushållningssällskapet Skaraborg samt Leif Klemedtsson, GU, och docent Stefan Bertilsson, Uppsala Universitet. Inom projektet kartläggs bl.a. inomfältvariationen i denitrifierarsamhällets DNA-avtryck inom hela Logården och kopplas till odlingsåtgärder, kväveutlakning och lustgasemissioner.

**Tid och plats:** Projekten genomförs på Logården och startades 2004

**Finansiering:** SLF, Formas

**Kontaktperson:** Maria Stenberg, 0511-672 74, [Maria.Stenberg@mv.slu.se](mailto:Maria.Stenberg@mv.slu.se).

### ***Implementering och utveckling av sensorer och metoder för en ökad precision i lantbruket***

Inom detta område arbetar avdelningen med projekt där olika tekniker, t.ex. NIR och elektrisk konduktivitet används för att beskriva variationen i exempelvis jordart, kväve mineraliseringsförmåga, och enskilda näringsämnen och metaller inom och mellan fält. Dessa data används för att bättre styra insatser på fältnivå. Teknikerna används både i strategier för att möjliggöra en hög provintensitet och för online-analyser. GIS (Geografiska informationssystem) används för att anpassa uppmätta resultat inom fält och för att ta fram underlag/kartmaterial att styra olika insatser efter. Nyckeltal tas fram för att bedöma ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodlingstekniken. Sensortekniken används också i projekt för bestämning av ensilagekvalitet i samband med utfodring.

## Ny markkarteringsstrategi anpassad för modellering och precisionsodling

Vid en 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.

### 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-predikterade 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 kommer att utnyttjas för att utveckla strategier för att välja ut provpunkter och vilka som skall utnyttjas som referensprov. Gårdarna karteras innan försöket med EM-38 och flyg- alternativt satellitbilder, beroende på vad som finns

tillgängligt. Dessa karteringar skall användas som grund för utplacering av provplatser och jämföras med rutvis kartering. Förutom de två karteringarna skall även variationen i NIR-spektrum användas för val av referensprover som de klassiska analyserna skall utföras på. När bästa strategi har utvecklats på en huvudsakligen lerig och en sandig plats kommer den att valideras på två till fyra olika platser i Sverige.

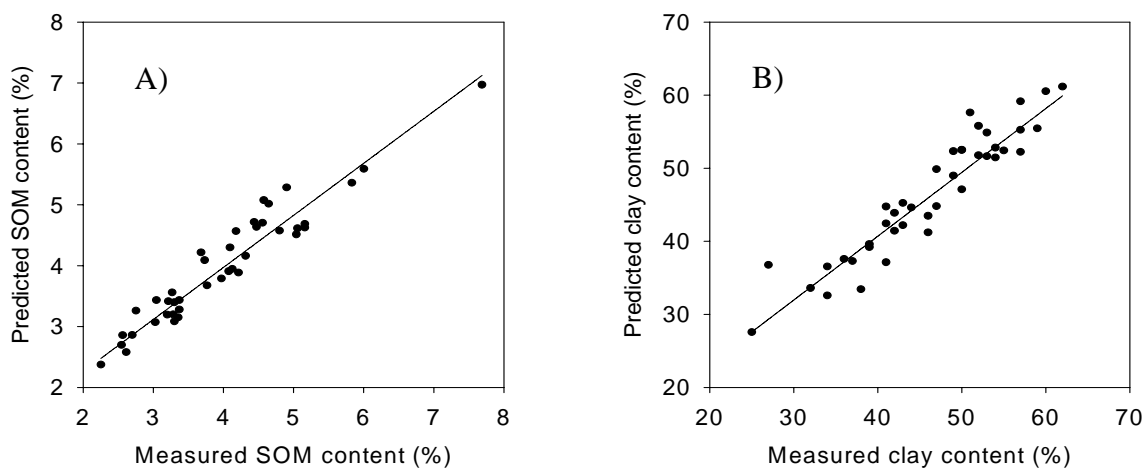


Fig 14. Predikterat mot mätt mullhalt (A) och lerhalt (B) på Hacksta. Kalibreringarna utfördes på 25 prover och i bilden visas 42 oberoende predikterade prover.



### Resultat

2005 var projektets första år och ca: 100 ha på Hacksta gård utanför Enköping provtogs utifrån de tre olika strategierna. Inga resultat är ännu klara, då alla analyser inte är färdiga. En förstudie utfördes dock 2003 på Logården i Västergötland. 16 skiften karterades om totalt ca 50 ha med avseende på bl a lerhalt och mullhalt. För analys av lerhalten togs 30 prover och för kol och kväve 57 prover i matjorden på speciellt utvalda provplatser. Mätta NIR-spektra på dessa utnyttjades sedan för att kalibrera ler-, kol- och kvävemodeller på 20 av proven. Resterande 10 respektive 37 prover användes för validering. Med dessa mycket få och dessutom slumpmässigt valda kalibreringsprov blev valideringsresultatet för ler extremt bra med ett medelfel under 2 procentenheter. Även för det organiska kolet predikterades valideringsproverna mycket

bra. Totalkväve kunde predikteras motsvarande väl med ett medelfel på 0,012 procentenheter. För ler och kol användes dessa kalibreringar för att analysera ytterligare 84 prov systematiskt fördelade på sju av Logårdens skiften med en sammanlagd areal på 25 ha. Dessa data användes sedan för att interpolera jordartskartor enligt figur 15 och 16.

**Tid och plats:** Försöket genomfördes 2005 på Hacksta gård utanför Enköping. 2006 kommer försöket att fortsätta på en skånsk gård med lättare jord och 2007 på några olika ställen för validering av resultaten.

**Finansiering:** SLF

**Kontaktperson:** Bo Stenberg 0511-67276  
[Bo.Stenberg@mv.slu.se](mailto:Bo.Stenberg@mv.slu.se)

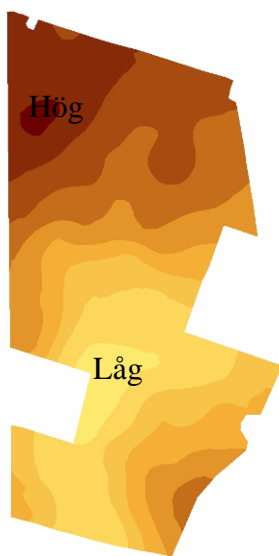


Fig 15. Mullhalt interpolerad med kriging

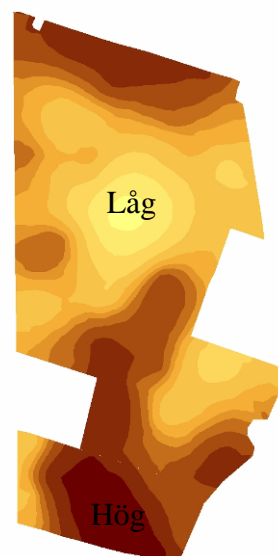


Fig 16. Lerhalt interpolerad med kriging

## **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**

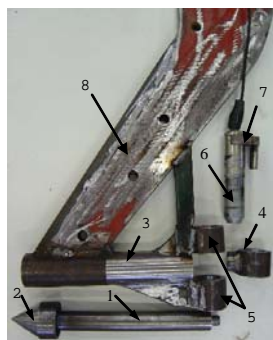
Att utveckla ett redskap som samtidigt gör NIR- och penetrationsmätningar on-line på olika djup i markprofilen, och att utvärdera dess potential att mäta textur, mullhalt, penetrationsmotstånd samt vattenhalt, vattenretention och ev. uttorkning  
Att relatera resultaten från snabbmätningarna och de traditionella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

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



**Fig 17. Detaljer till horisontell penetrometer. 1-tryckstång, 2-konisk spets, 3-hylsa, 4-kraftöverföringshylsa, 5-mothållshylsor, 6-kraftgivare, 7-låsstycke, 8-plogkropp.**



**Fig 18. NIR-hållare monterad på penetrometerbilen.**

## 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 (fig 17). 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 (fig 18).

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

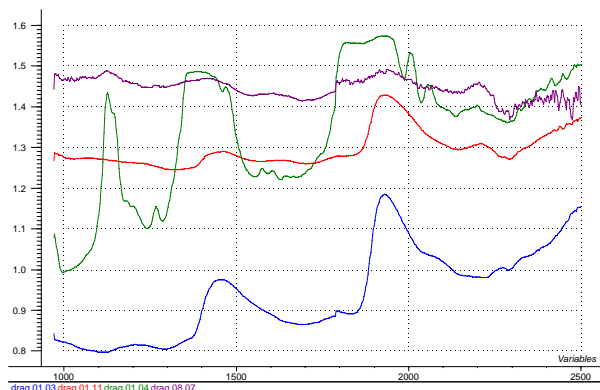


Fig 19. Otransformerade absorptionspektrum ( $1/\log(\text{reflektans})$ ) från Bra spektrum (blå), Normalt spektrum (röd), Svag signal (lila) och med Halminslag (grön).

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 (fig 19).

**Tid:** Projektet skall slutredovisas under 2007

**Finansiering:** SLF och VL-stiftelsen

**Kontaktperson:** Bo Stenberg 0511-67276  
[Bo.Stenberg@mv.slu.se](mailto:Bo.Stenberg@mv.slu.se)

Projektet utförs i samarbete med Avdelningen för jordbearbetning och JTI.

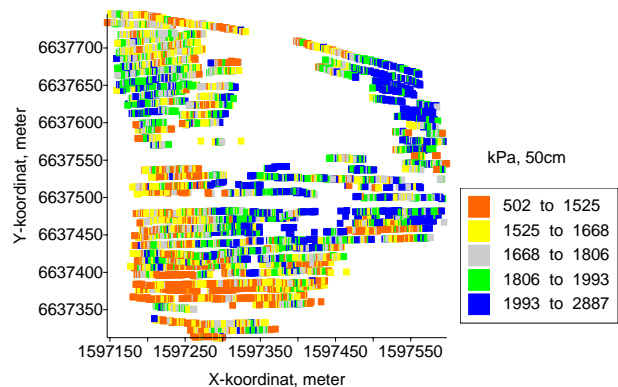


Fig 20. Exempel på upplösning av data efter filtrering för kompensation av variation i mätdjup. Penetrationsmotstånd på 50 cm djup.

## **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 fosforgödning som både innefattar miljöeffekter och ekonomisk optimering. Ett integrerat miljö- och produktionsindex (EPI) med optimal gödningstrategi 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 gödningen förfinas så att hänsyn tas till inomfältvariationerna. Gödningen 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 topografin; områden med sluttande mark görs mindre och planare större.

## Resultat

Under 2006 har följande genomförts:

- vattenprovtagning och analys i dräneringssystem på Logården och Hacksta,
- sammanställning av befintliga data på Logården och Hacksta, samt
- planering av kompletterande jordprovtagning.

### Transport av fosfor via dräneringssystem från Logården

Vid Logården följs koncentrationer och transporter av närsalter kontinuerligt från 18 dräneringssystem, varav 9 med integrerad odling. Dräneringsvattnet från varje system provtas flödesstyrt med slangpumpar som styrs av datalogger. Ett mindre delprov pumpas till en samlingsdunk när en viss mängd vatten passerat. Var fjortonde dag, i vissa fall varje vecka, skickas vattenprover från samlingsdunken till Avd. för vattenvårdsläras laboratorium där vattnet analyseras. Provtagningsfrekvens för varje delprov justeras för att få större mängd vatten, t ex under perioder med generellt lågt flöde. Analys av bl a fosfor har skett under drygt två år representerande tre vinterförhållanden inom andra projekt. Koncentrationerna löst reaktiv fosfor (RP), visar att koncentrationerna kan variera mycket och vara förhöjda framför allt i början av hösten. Medianhalterna har legat på omkring 0,10 mg/l löst reaktiv fosfor och på omkring 0,18 mg/l fosfor i övrig form.

### Transport av fosfor och kväve via dräneringssystem från Hacksta

Koncentrationer och transporter av närsalter följs kontinuerligt från två dräneringssystem i Storbacksskiftet som representerar ytor med olika strategier för odling och jordbearbetning. Ett mindre system (Hacksta 1 om 2,4 ha) odlas ekologiskt och ett större system (Hacksta

2) odlas konventionellt. Läget på ytorna visas i figur 21. Hela fältet dikades 1972. Grendikena ligger på omkring 20 m avstånd. Fältet är rikt på grusfilter (omkring 6 st per ha) och ytvattnet har goda möjligheter att nå dräneringsledningarna direkt. På den ekologiska delen skedde nyligen en mindre kompletteringsdikning så att en mindre stamledning skars av och allt vatten från delskiftet samlas upp i en provtagningspunkt. Dräneringsvattnet från vardera system provtas tidsstyrt (ISCO6700-provtagare) så att ett delprov tas varje timme. Dessa samlas till ett veckoprov som skickas till Avd. för vattenvårdsläras laboratorium där de analyseras.

Från senare delen av oktober och hela november var flödet rikligt, speciellt kring månadsskiftet oktober-november. Under perioden med måttligt flöde i oktober var koncentrationerna löst reaktiv fosfor (RP), totalt organiskt kol (TOC), partikelbunden fosfor (PP) och totalkväve (TOTN) markant förhöjda från Hacksta 1. Både organiskt och partikulärt material från markytan verkar ha förts ner till dräneringssystemet. Från det plöjda fältet kan markens porsystem ha brutits eftersom halterna var betydligt lägre. I samband med den kraftiga avrinningen försvann skillnaderna och halterna har därefter varit ungefär lika från båda systemen. Partikelbunden fosfor i relation till totalfosfor har ökat under hösten och har i medeltal utgjort omkring 75 %. Uppskattningsvis har avrinningen t o m december varit omkring 130 mm. Omkring 0,7 kg P/ha och 7 kg N/ha har transporterats iväg. Förlusterna av löst reaktiv fosfor (RP) har dock varit måttlig. På Hacksta görs mätningar inom de två försöksytorna, men resultaten från dessa kommer att implementeras på fem angränsande skiften (figur 21). Dessas areal är totalt 97 ha. Analysresultat i 124

jordprover har analyserats under året i ett angränsande SLF-projekt och dessa har vi tillgång till i det här arbetet. I figur 21 visas hur det kan se ut när den gamla dikningskartan kombinerats med nyare geografiska data. Försöksrutornas lägen har markerats översiktligt. Noggrann inmätning av ytorna kommer att göras 2007. Graden av fosformättnad (DPS), dvs hur mycket av ytorna i markprofilen med förmåga att adsorbera fosfor som är upptagna, har beräknats i de 124

jordproverna i de angränsande fälten m h a P-AL, Fe-AL och Al-AL (figur 21). Tidigare har konstaterats ett samband mellan markens grad av fosformättnad och koncentrationen av löst reaktiv fosfor i dräneringsvatten på flera olika platser i Sverige. Den rumsliga variationen i DPS var mycket stabil och de befintliga provpunkterna tycktes tillräckliga för en korrekt kartering av variationen av DPS inom fälten.

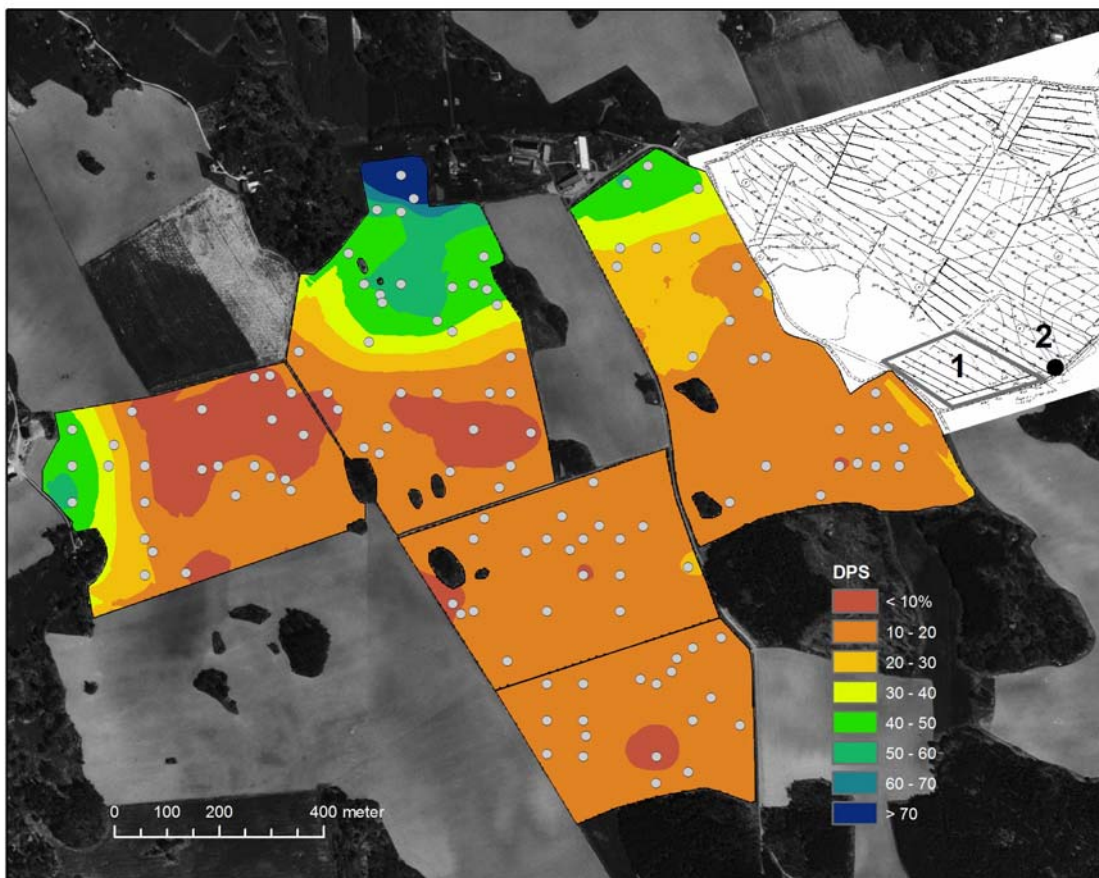


Fig 21. Graden av fosformättnad, DPS, på fem skiften på Hacksta. Dikningskartan har passats in i flygbilden och de två försöksytorna har markerats. Ytan Hacksta 2 har endast markerats med en punkt eftersom dess exakta utbredning är under utredning. Punkterna på de andra skiftena representerar jordprover.

**Tider:** 2006-2008

**Finansiärer:** SLF

**Kontaktperson:** Mats Söderström, SLU (projektledare), [mats.soderstrom@mv.slu.se](mailto:mats.soderstrom@mv.slu.se)

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

## ***Indelning av fält i mineraliseringszoner***

**Genom att variera kvävegödslingen inom ett fält efter olika delars kvävemineraliseringsförmåga skulle man kunna minska kostnader och risken för kväveutlakning. Därför är det intressant att kunna prediktera variationen inom fältet med en billig metod. I denna studie värderades mullhalt, textur och NIR som verktyg för att beskriva inomfältvariationen av kväveupptag i växten med hjälp av PLS (Partial Least Square)- modeller.**

### ***Målsättning***

Målet med försöket är att utveckla en metod för att på ett effektivt sätt dela in fält med stora mullhaltsvariationer i zoner och sedan anpassa kvävegödslingen efter detta för att uppnå förbättrad ekonomi i odlingen och mindre kväveutlakning.

### ***Utförande***

Möjligheten att dela in fält i zoner baserade på kvävemineraliseringsförmåga studerades på tre fält i södra Sverige åren 2003-2005. Två av fälten, Ribbingsberg utanför Vårgårda och Nybble utanför Örebro, valdes på grund av stora variationer i mullhalt med upp till 20 % mull i matjorden, medan ett tredje fält på Hacksta söder om Enköping hade en mer representativ mullhalt för svensk åkermark med 2-5,5 % mull i matjorden. Som mått på mineraliseringsförmågan användes kväveupptaget i icke kvävegödslade rutor (s.k. nollrutor). De fördelades över fälten för att täcka in så mycket av fältets variationen i textur, topografi och mullhalt som möjligt. Traditionella mull- och lerhaltsanalyser och mätningar med nära infraröd reflektans (NIR) på jordprover från nollrutorna användes för att förutsäga kväveupptaget med hjälp av PLS (Partial Least Square)-modeller. Hela fälten skannades dessutom med Yara N-sensor vid ett par tillfällen under växtsäsongerna och biomasseindex från skanningar räknades om till kväveupptag. Inför sista året gjordes en zonindelning på Ribbingsberg (tre zoner) och Nybble (fyra zoner) utifrån kväveupptaget i nollrutorna och försök med kvävestegar lades ut för att testa hur väl zonindelningen lyckats (figur 22c och 23a).

### ***Resultat***

Det fungerade bra att beräkna kväveupptaget med den billigare NIR-metoden inom fält med stor mullhaltsvariation och inga signifikanta skillnader kunde ses jämfört med att använda mull- och lerhalt. Resultaten tyder på att båda metoderna skattar samma egenskaper hos jorden. Att det är framförallt mull- och textur som syns i NIR styrks också av att inga tillfredställande NIR-kalibreringar kunde göras på Hacksta där variationen i kväveupptag var likvärdig men inte kunde förklaras av variationen i mull- och lerhalt. Detta var orsaken till att Hacksta ströks det sista året.

Det gick inte att använda samma beräkningsmodell för både fältet utanför Örebro och det utanför Vårgårda vilket tyder på svårigheter att göra beräkningsmodeller som fungerar över stora geografiska områden, till exempel en modell för hela Sverige.

Sett till optimal kvävegiva i försöken år 2005 kunde fältet på Ribbingsberg delas in i tre signifikant skilda zoner och Nybble i två (figur 22 och 23). Kväveupptaget i zonerna utifrån nollrutorna blev då i medeltal för zonerna 125, 85 och 55 kg N ha<sup>-1</sup> på Ribbingsberg och 81 respektive 38 kg N ha<sup>-1</sup> på Nybble.

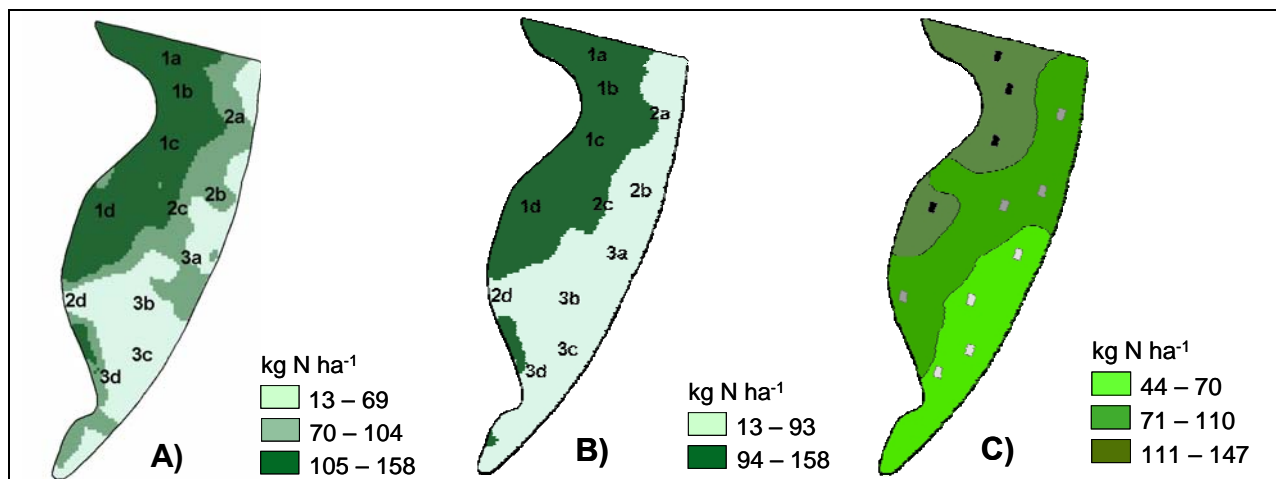


Fig 22. Zonindelning på Ribbingsberg med hjälp av biomasseindex från skanningar med Yara N-sensor under växtsäsongen 2003 och 2004 omräknade till kväveupptag. A) tre zoner och B) 2 zoner. C) zonindelningen från kväveupptag i nollrutor 2003-2004.

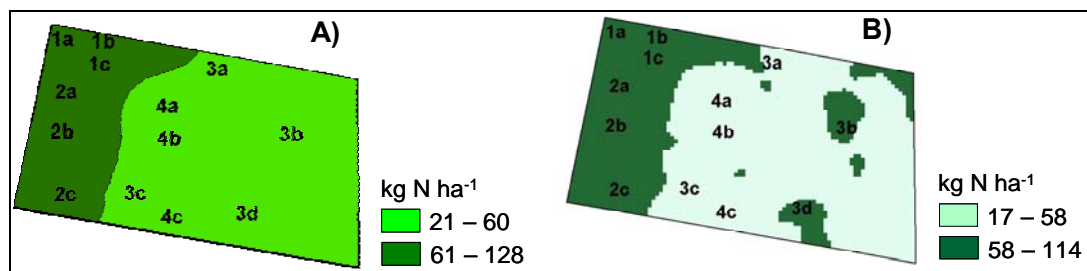


Fig 23. Zonindelning på Nybble A) från kväveupptag i nollrutorna och B) med hjälp av biomasseindex från skanningar med Yara N-sensor under växtsäsongen 2003 och 2004 omräknade till kväveupptag.

Båda fälten kunde med hjälp av biomasseindex från Yara N-sensor omräknat till kväveupptag, delas in i zoner som enligt optimal kvävegiva i försöken skilde sig signifikant åt (figur 22 och 23). Precis som för NIR-modellerna kunde dock inte samma omräkningsmodell användas för båda fälten.

Oavsett om zonindelningen byggde på NIR- eller N-sensormätningar verkar det vara nödvändigt med nollrutor i fält för beräkning av kväveupptag.

Fördelen med N-sensorn är den höga provtätheten vilket leder till säkrare interpoleringar och därmed en större säkerhet vid gränsdragningen mellan zonerna. Men det är viktigt att inte stora variationer i beståndet som beror på annat än kvävetillgång får för stort inflytande.

Medelvärdet av flera N-sensorskanningar gav i den här studien bättre resultat än att använda skanningar från enskilda tillfällen.

Projektet avslutades under 2006 och finns rapporterat i: Wetterlind, J., Jonsson, A och Stenberg, B. 2007. Indelning av fält i mineraliseringszoner för varierad kvävegödsling. *Establishment of mineralization zones for variable rate nitrogen application*. Rapport 10.

**Tid:** Fältstudierna pågick under perioden 2003-2005.

**Finansiering:** SLF

**Kontaktperson:** Johanna Wetterlind  
0511-67258  
[johanna.wetterlind@mv.slu.se](mailto:johanna.wetterlind@mv.slu.se)



## Klassificering av växtmaterial för bedömning av kväveeffekt till efterkommande gröda

Till jordbruksmark återförs årligen stora mängder växtmaterial i form av skörderester, fånggrödor och grüngödsling. Detta har en avgörande betydelse på omsättningen av bl. a. kol och kväve i marken. Det är därför viktigt att känna till hur olika växtmaterial omsätts i marken för att kunna förutsäga hur olika åtgärder kommer att påverka mängden växttillgängligt kväve och risken för kväveförluster.

### Målsättning

Målsättningen med detta projekt är att utveckla empiriska klassificeringsmodeller som utifrån snabb och enkel nära infraröd (NIR) spektroskopi kan klassificera växtmaterial i tre olika huvudtyper av kväveminereringsdynamik.

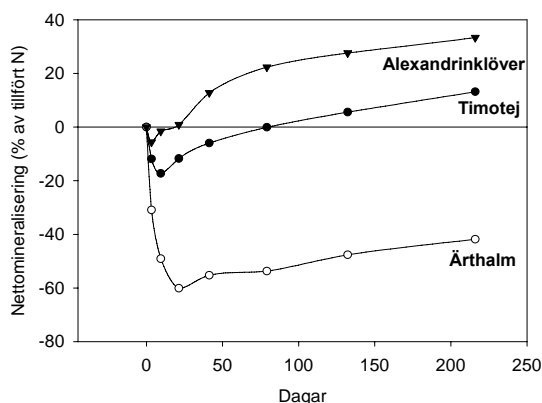
### Utförande

Till projektet används 84 olika växtmaterial som i ett nordiskt samarbete inkuberats i klimatskåp för att studera kvävedynamiken i en standardjord. Utifrån dessa data klassas växtmaterialen till en av tre klasser: Sådana som kan förväntas leverera kväve omgående, varvid risken för förluster blir stor, eller sådana som kommer att leverera kväve först efter en tids immobilisering, och slutligen sådan som inte kommer att leverera något kväve alls utan snarare har en negativ nettoeffekt för efterkommande gröda.

Dessa klasser relateras till NIR-spektra med hjälp av flera statistiska och matematiska metoder. Kan man i förväg dela in växtmaterial i sådana klasser skulle det vara tillräckligt för att ge en uppfattning om och när nettomineralisering kan förväntas, samt i viken omfattning man kan tillgodoräkna sig den i kvävebudgeten.

### Resultat

Olika metoder för prediktiv klassificering jämförs för närvarande.



**Fig 24. Exempel på kväveminereringsdynamik från inkubering i klimatskåp. Klövern uppvisar en nästan omedelbar nettomineralisering, Timotejen en initial nettoimmobilisering följt av en nettomineralisering, samt ärthalmen en utsträckt nettoimmobilisering.**

*Tid:* Försöket genomförs under våren 2007

*Finansiering:* SLF

*Kontaktperson:* Bo Stenberg  
0511-67276

*[Bo.Stenberg@mv.slu.se](mailto:Bo.Stenberg@mv.slu.se)*

## ***Niranalys av ensilagekvalitet i samband med utfodring***

Vallfoder utgör basen i mjölkornas näringsförsörjning. Det är därför av mycket stor betydelse att grovfodret är av god kvalitet, såväl hygieniskt som näringsmässigt. För att kunna komponera foderstater, som på ett balanserat sätt tillgodoser kornas näringsbehov, krävs kännedom om de olika fodermedlens näringsinnehåll. När det gäller vallfodret är det uppenbart att nödvändig information om näringsinnehållet överlag är mycket summarisk. I Sverige görs i snitt 1-2 grovfoderanalyser per gård och stallperiod. Sett i relation till de variationer i både näringsinnehåll och torrsbstanshalt som finns i grovfoder är detta klart otillfredsställande.

### ***Målsättning***

Vi vill utforma metodik och teknik som skapar möjligheter för kontinuerlig bestämning av ensilagekvaliteten i samband med utfodring. Med nära infraröd spektroskopi finns potential för att med minimal provberedning kunna utföra dagliga foderanalyser på gårdsnivå med sensorer. Utifrån sensorbestämningen kan man utforma foderstaten efter det grovfoder som för tillfället är aktuellt för utfodring. Resultatet blir högre utnyttjande av ensilage, bättre produktkvalitet och förbättrad djurhälsa.

### ***Resultat***

#### **Ensilagets kvalitet varierar mycket**

Ensilage av vallväxter är det fodermedel i mjölkproduktionen som har uppvisar störst variation i vattenhalt och kvalitet på gårdsnivå. I moderna fodervärderingssystem för idisslare, t. ex. Norfor-systemet, försöker man därför i ökad omfattning utgå ifrån de enskilda kvaliteterna hos gårdens ensilage istället för att använda tabellvärden. Det blir

därmed av stor betydelse hur mycket kon de facto äter. Det finns därför modeller utvecklade för att prediktera konsumtionen av vallfoder. Sådana nya system för att analysera och värdera vallfoder innebär stora möjligheter att optimera utfodringen, men för att kunskapen skall vara av värde för mjölkproducenten krävs att det analyserade provet väl representerar det foder som djuren konsumerar. Med endast en eller ett par analyser per skörd som skall representera ensilaget från en hel

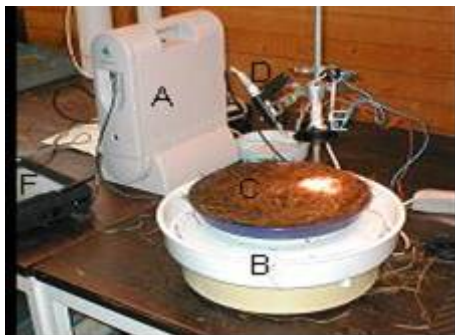


Fig 25. Uppställning för NIR-analys med ensilageprov (C) roterande på snurrbord (B) och fristående fiberoptisk prob (D) .

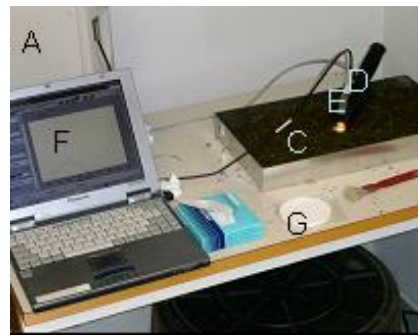


Fig 26. Uppställning för NIR-analys med kontaktprob. NIR-instrument (A), ensilageprov (C), kontaktprob som trycks vinkelrätt mot provet vid mätning med fiberoptisk prob (D).

gård, som är det vanliga idag, kan man vara säker på att ofta råka ut för stora avvikelser i utfodringen i förhållande till den planerade foderstaten.

### Daglig analys

Ensilage hanteras dagligen i stora kvantiteter på gårdsnivå. Detta innebär att det är svårt att ta representativa delprover av fodret. En lösning skulle vara att analysera fodret direkt på gården i samband med utfodringen. Det finns i dag mjölkproducenter som dagligen analyserar fodret för innehåll av torrsustans (TS) med hjälp av snabbtorkningsmetoder. Sedan kan fullfoderrecept och utfodringsmängder korrigeras utifrån det. Snabbtorkning är en mycket billig och robust teknik, men har låg utvecklingspotential och är svår att automatisera.

En mer utvecklingsbar teknik är att använda sig av spektrala analysmetoder. Den teknik det oftast talas om är nära infraröd reflektans (NIR) där ljus som reflekteras från fodret registreras. Det är för övrigt denna teknik flertalet analyslab använder för kvalitetsanalys av ensilage. Då torkas och mals provet först. Motsvarande teknik, men det ljus som passerar genom fodret mäts (nära infraröd transmittans; NIT) skulle också kunna vara aktuell. Med dessa tekniker skulle man på ett snabbt och enkelt sätt kunna utföra analyser ute på gården. Själva analysen är sekundsnabb och resultatet kommer mer eller mindre momentant.

### Analys av opreparerade prov

Under 2004 samlades 69 ensilageprover in från 47 mjölkproducenter i norra Sverige med hjälp av Norrmejeriers producenttjänst och länsstyrelsen i Västerbotten. Proverna representerar en bred variation i fenologisk utveckling och botanisk sammansättning av både gräs och klöver. Dessutom varierade skörde- och

ensileringstekniker mycket. Under våren 2005 togs 59 prover från en konsumtionsstudie med mjölkkor för att följa den dagliga variationen i kvalitet hos ensilage i enskild besättning. Studien pågick i två månader vid Grovfodercentrum, SLU-Umeå och omfattade ett led med utfodring av olika partier av ensilage från rundbalar och ett led med partier av ensilage från plansilos.

NIR- och NIT-spektrum registrerades från de opreparerade proven (figur 25) och traditionella våtkemiska analyser utfördes på torkade och malda prov. En mycket viktig del i utvecklingen av spektrala analyser på gårdsnivå är provpresentation och minimering och optimering av provberedning. Alltsedan introduktionen av spektrala tekniker inom jordbrukssektorn under 1960-talet har man i första hand använt sig av torkade och malda prover. Torkning och malning av proverna reducerar möjligheterna att applicera instrumenten i grovfoderkedjan och omöjliggör uppskattningar av TS-halten i ensilaget. Därför utvecklade vi tekniker för att göra robusta registreringar av spektra från färskt opreparerat ensilage.

### TS, Råprotein och NDF fungerar bäst

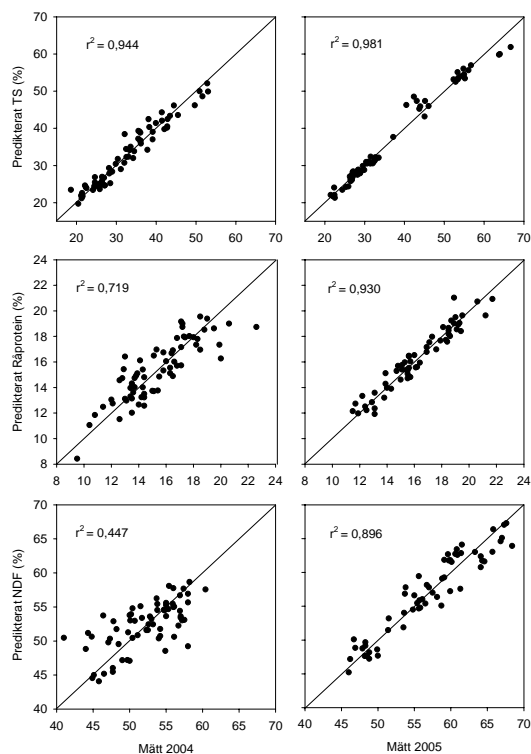
Resultaten visar att med den i projektet aktuella instrumenteringen är NIR-analyser genomgående mer användbara för kvalitetsanalys av färskt ensilage än NIT-analys (figur 27). Skillnaden är dock inte så stor för TS-bestämning som gick mycket bra med både NIT och NIR. Med NIR förefaller det dessutom tillräckligt att använda endast två våglängdsband (1910 och 2044 nm), vilket torde göra det möjligt att konstruera relativt billiga TS-mätare med höga prestanda och stor effektivitet för on-line analys.

För ensilageproverna från Grovfodercentrum med relativt stor kemisk

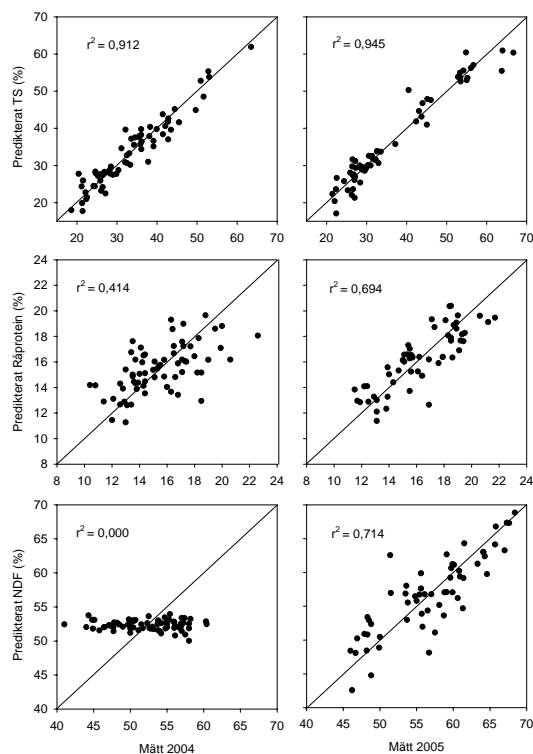
variation men med begränsad fysiologisk variation var det möjligt att med NIR-analys bestämma i första hand TS, råprotein och NDF, men även smältbar energi, lösligt protein, laktat och acetat fungerar ganska bra. Socker och

ammonium och fungerar dåligt medan ADF intar en mellanställning. Kvalitetsparametrarna i gårdsproverna som dessutom uppvisade en stor fysiologisk variation var svårare att kalibrera bra

### NIR



### NIT

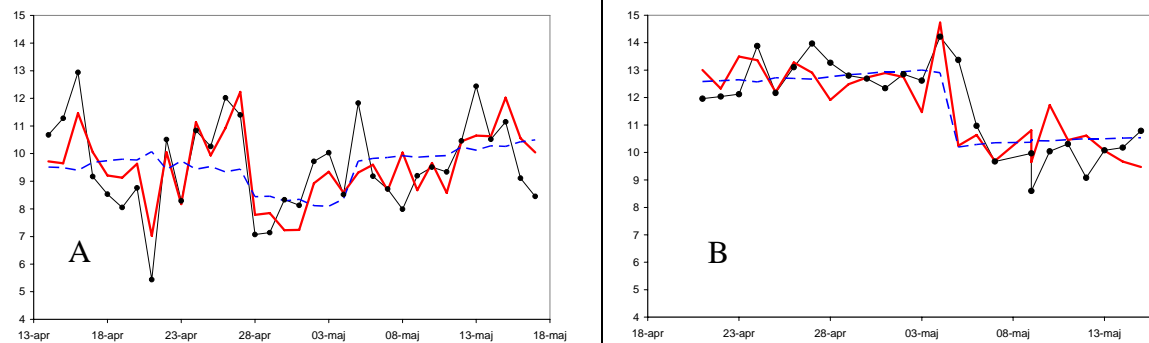


**Fig 27. Korrelation mellan med NIR respektive NIT predikerad TS, råprotein och NDF i proverna från 2004 med stor botanisk spridning och 2005 med mer homogent ursprung.**

modeller för. Sannolikt medför allt för stor fysiologisk spridning i kombination med det relativt lilla antalet referensprover att modellerna får svårt att representera hela variationen. Våra resultat tyder dock på att en större referensdatabas skulle kunna förbättra resultaten, men också på att NIR/NIT inte medger analys av allt för blött ensilage.

Det fanns en betydande daglig variation i ensilagekvalitet både inom och mellan partier. Likaså varierade kornas konsumtion av ensilage. Variationerna var större vid utfodring av rundbalsensilage i

förhållande till vid utfodring av ensilage från plansilo, men oberoende av det gick nästan två tredjedelar av variationen i konsumtion att förklara med en kombination av djurdata och dagliga analyser av ensilagekvalitet, vilket är ungefär 30 % bättre än om en analys för respektive parti användes (figur 28). Ersattes ensilagekvaliteten med NIR-data blev prediktionerna av djurens konsumtion lika bra eller till och med bättre. Som väntat blev NIR/NIT bestämningarna av ensilagekvalité mätt på färskt prov inte lika bra som NIR-analys på torkat och malt prov.



**Fig 28. Daglig konsumtion (Kg TS/ko/dag) (●) av rundbalsensilage (A) och plansiloensilage (B). Heldragen röd linje visar predikterad konsumtion med daglig analys med NIR, streckad blå linje visar prediktionen med en referensanalys per parti.**

Våra resultat visar att när det gäller NIR står torkningen och malningen för ungefär halva skillnaden vardera. Genom att göra NIR-analysen vid sidan av flödet och torka provet först skulle det alltså vara möjligt att höja precisionen i analysen. Detta ökar dock arbetsinsatsen, ger en tidsfördröjning och återinför problematiken med representativ provtagning jämfört med on-line analys. NIR-analys för konsumtionsbestämning förutsätter dessutom, som ett undantag, färskt ensilage eftersom TS är en viktig parameter. Exemplet med konsumtionsbestämning visar också att NIR kan bidra till en avsevärt förbättrad precision i utfodringen om mätningar görs dagligen, trots att analyser på färskt material inte uppvisar

samma noggrannhet som analyser med NIR på labb.

**Tid:** Försöket slutredovisades januari 2007.

**Finansiering:** SLF

**Kontaktperson:** Bo Stenberg 0511-67276  
[Bo.Stenberg@mv.slu.se](mailto:Bo.Stenberg@mv.slu.se)

Projektet var ett samarbete Institutionen för Norrländsk jordbruksvetenskap och JTI.

## NIR i vall

Vallfodrets kvalitet är beroende av vid vilken tidpunkt skörden sker. Därför görs skördeprognoser i vall för att ge lantbrukarna bättre beslutsunderlag. Dessa prognoser grundar sig på klippningar av grödan och därefter analys på lab. Detta tar ganska lång tid och är dessutom förhållandevis dyrt. Om man istället kunde mäta foderkvalité med NIR direkt i fält i växande vall, skulle det spara både tid och pengar. Prognoserna skulle dessutom grunda sig på fler provpunkter.

### Målsättning

Målen med denna undersökning var att:

- 1) Testa metoden att mäta reflektansen med extra ljuskälla för att vara oberoende av det naturliga ljuset.
- 2) Utvärdera NIR-spektra i jämförelse med analysresultat från klippningar utförda vid de aktuella mätningstillfällena.

### Utförande

Utrustning för mätning med belysning konstruerades och testades. Mätningar utfördes i ett försök vid två olika tidpunkter. Bearbetning av själva NIR-spektra är genomförd. Däremot är inte utvärderingen av spektrerna i jämförelse med foderanalysresultaten utförd. Denna genomförs under 2007. Mätning med belysning ger mycket mer informativa spektra än mätningar med naturligt ljus.



Fig 29. Nir-mätning i fält.

### Resultat

Foderanalyserna är inte utförda under 2006 ska utföras 2007. Resultaten publiceras i POS tekniska rapportserie under 2007.

**Tid och plats:** Mätningarna genomfördes på Lanna försöksstation under 2005.

**Finansiering:** Försöket finansieras av POS

**Kontaktperson:** Anna Nyberg  
0511-67000; [anna.nyberg@mv.slu.se](mailto:anna.nyberg@mv.slu.se)

## ***Bildanalys som ett redskap för platsspecifik ogräsbekämpning***

**Minskad herbicidanvändning kan bli effekten av ett nytt forskningsprojekt där SLU, SIK - Institutet för Livsmedel och Bioteknik - och Lantmännen samarbetar. Projektet går ut på att få en förbättrad uppfattning om den rumsliga fördelningen av ogräs på fälten samt att utveckla ett system där mängden ogräs styr hur mycket bekämpningsmedel som sprids över grödan. Avancerad bildanalys är ett av verktygen.**

### ***Målsättning***

Övergripande målsättning är att kunna göra tillförlitliga kartor över inomfältvariationen i ogräsförekomst i vårsådd stråsäd samt styrfiler som kan användas för kontinuerlig styrning av tilldelningen av herbicider. Delmål för att uppnå detta är följande;  
 Utveckla system för fältmässig registrering av digitala bilder i vårsäd.  
 Utveckla en bildbehandlingsmetod som separerar ogräs från gröda och med vars hjälp ogräsens och stråsädens biomassa kan bestämmas.  
 Överföra denna information till kartprogram som visar inomfältvariationer över ogräsförekomst.  
 Utforma beslutsmodell för att utifrån ogräs och grödtäthet bedöma bekämpningsbehovet.  
 Utveckla system för att tillverka tilldelningsfiler för herbicider som passar olika sprutor

### ***Utförande***

Projektet påbörjades under våren 2005 med planering och insamling av bildmaterial från stråsädesfält. Bildinsamlingen hade två syften. Dels skulle materialet kunna ligga till grund för utvecklingen av bildbehandlingsalgoritmerna och kalibreringen av bildbehandlingen mot faktisk förekomst av ogräs och dels var syftet att studera inomfältvariationer av ogräsförekomst.

Foton togs med en vanlig digital systemkamera (Nikon D70), vid befintligt (dags)ljus och på en höjd så att bilden fick en area på 1m<sup>2</sup>. Bilder togs på två olika havrefält (skifte 15 och 34) på Svalöf-Weibulls försöksgård Bjertorp vid fyra tillfällen under maj månad: 13/5, 20/5, 25/5 och 30/5. Samtliga punkter lästes in med GPS, vilket möjliggör att man kan återkomma med provtagning även följande år. Vid första tillfället togs dessutom bilder på skifte 19 (höstvete). Punkterna var valda för att representera olika jordarter och det

var tydligt att både ogräsmängd och flora varierade med jordarten. Vid det sista tillfället gjordes en räkning och vägning av de olika förekommande ogräsarterna av personal från HS Skaraborg.

För att kunna utvärdera inomfältvariationen av ogräsförekomsten lades två olika rutsystem ut på skifte 15, där de största rumsliga variationerna i ogräsförekomst iaktogs. Dels lades ett mindre rutnät ut med ett avstånd mellan punkterna på ca. 15 meter (56 punkter, foto 25/5) och dels ett större rutnät med 50 meter mellan punkterna (72 punkter, foto 30/5). Ogräsbekämpning företogs strax efter den 30/5.

För bildbehandling användes huvudsakligen MATLAB men även programdelar skrivna i C introducerades för att snabba upp beräkningarna. Fem olika algoritmer för att segmentera jord och växtmaterial testades.

### Resultat

Excess green-transformation valdes som klassningsmetod för bilderna. Den fungerar på så sätt att varje pixel erhåller ett omräknat värde enligt formeln  $2G-R-B$ . För att separera jord och växtmaterial läggs därefter ett tröskelvärde in med vilken bilden delas in i vita och svarta pixlar. Sedan tas brus och ovidkommande objekt bort genom att objekt som är mindre än 100 pixlar elimineras. Härvid erhöles en god separation av pixlar med gröda och sådana utan gröda. Därefter användes en Hough transform-beräkning för att identifiera grödrader, vilken fungerade bra i de allra flesta bilderna oavsett mängd växtlighet (fig 30). För att identifiera ogräs som växer mellan grödraderna gjordes därefter en "grödzon" på 5 cm runt varje linje som markerar grödrad. All växtlighet i dessa kanaler bedömdes som gröda. De objekt som har kontakt med linjen bedömdes också som gröda, d.v.s. blad som sticker ut från "kanalen". Denna

procedur kommer vi vidareutvecklades under 2006, eftersom resultatet varierade något beroende på t ex ogräsmängd, typ av ogräs och grödans utveckling. Några problem behöver fortfarande lösas för att få en robust, automatisk och mobil bildbehandlings algoritm som fungerar väl oavsett väderförhållanden:

1. Valet av trösklingsvärde måste göras automatiskt
2. Algoritmen bör göras snabbare, nuvarande beräkningstid är cirka en minut
3. Separationen mellan gröda och ogräs måste förbättras.

Andelen ogräs var en av parametrarna som beräknades i alla bilder som togs den 25/5 med den utvecklade bildbehandlingsalgoritmen (grödan visade sig vara alltför utvecklad 30/5 för att algoritmen skulle fungera tillfredsställande). Figur 31 visar hur ogräsandelen varierar i en del av skifte 15, samt hur den samvarierar med ECa (uppmätt med EM38).

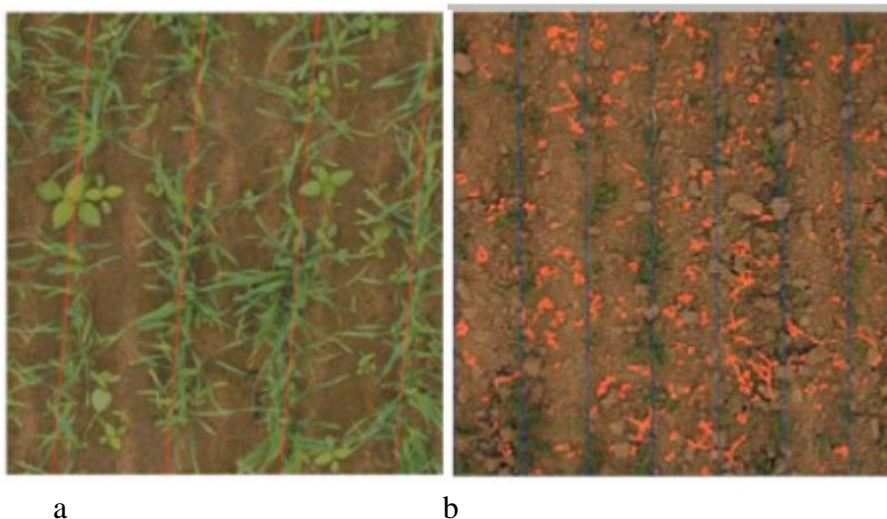


Fig 30. Närbild av ogräs och gröda, med automatiskt identifierade grödrader (m h a Hough transform). b) Identifierade grödrader är här markerade med blå linjer och det som klassificerats som ogräs mellan raderna är markerade med rött.



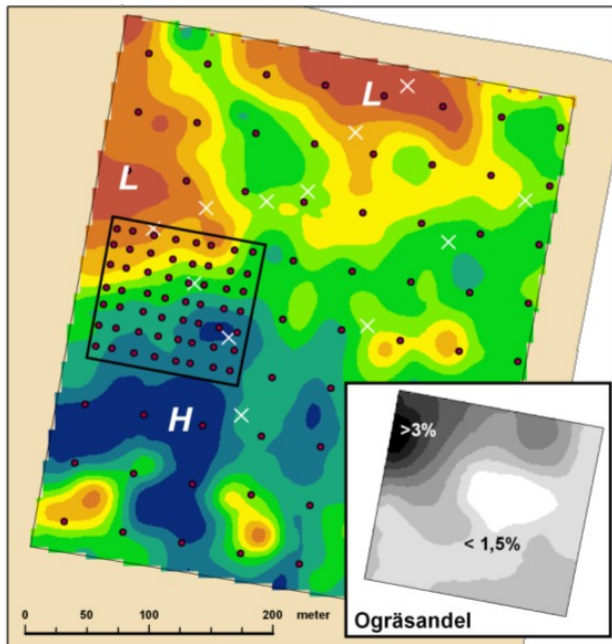


Fig 31. Punkter på skifte 15 där fotografering utfördes. Kryss markerar de punkter som fotograferats vid flera tillfällen under säsongen. De svarta punkterna markerar platserna för de olika rutnäten med förtätad provtagning. Bakgrundsfärgen härrör från EM 38 mätning och motsvarar huvudsakligen lerhalt, där blå i färg, även markerat med H anger högre lerhalt och rött markerat med L anger lägre lerhalt. Infälld bild anger ogräsandel i bilder tagna i den lilla rutan med förtätad provtagning. Ogräsandelen har bestämts med bildanalysalgoritm som beskrivs nedan.

**Tid:** 2005-2007

**Finansiering:** SLF

**Kontaktperson:** Mats Söderström, SLU, [mats.soderstrom@mv.slu.se](mailto:mats.soderstrom@mv.slu.se)

**Övriga projektdeltagare:** Thomas Börjesson, Lantmännen (projektledare); Niklas Lorén, SIK; Anders Larsolle, SLU

## **Obemannad farkost (UAV) överblickar grödorna**

Flygburna obemannade farkoster (unmanned airborne vehicles - UAV) har förekommit en tid i forskningssammanhang. Nu är dock tekniken så långt utvecklad att konstruktionen är enkel att använda och har en mycket låg vikt, vilket medför betydligt förbättrade möjligheter att få flygtillstånd från Luftfartsverket. Projektet är en del av Intelligent flygplan (IFLYG) som är ett nätverk av ledande forskargrupper, användare och företag med verksamhet eller intresse för UAV.

### **Målsättning**

Målsättningen med detta projekt är att undersöka om en obemannad flygfarkost (UAV) med en enkel digitalkamera kan vara användbar för precisionsjordbruksändamål samt att utvärdera den potentiella nyttan med tekniken. Tekniken kommer att analyseras avseende följande parametrar: förmåga att snabbt få in bilder, förmågan att sammanfoga flera bilder till mosaiker, användbarhet av mosaikerna med avseende på översiktlighet, snabbhet samt positionsnoggrannhet, möjlighet att snabbt plocka ut intressanta delområden för fältstudier med mosaiken som bas samt bildkvalitet vid olika flyghöjder och dess användningsområden.

### **Utförande**

Projektet är i huvudsak avsett som tekniktest. Datainsamling med UAV har gjorts över flera fält, bl a med höstvete- och gödslingsförsök i Västergötland. Följande applikationer utvärderas:

**Ogräs.** Digitala bilder togs från UAV över fält med ogräsförsök och fält med varierande ogrästryck.

**Jämförelse med Yara N-Sensorn.**

Mätning med UAV görs samtidigt som axgångsgödsling med N-sensor utförs. En jämförelse av inomfältvariation erhållen med sensorn och med UAV-bilder görs.

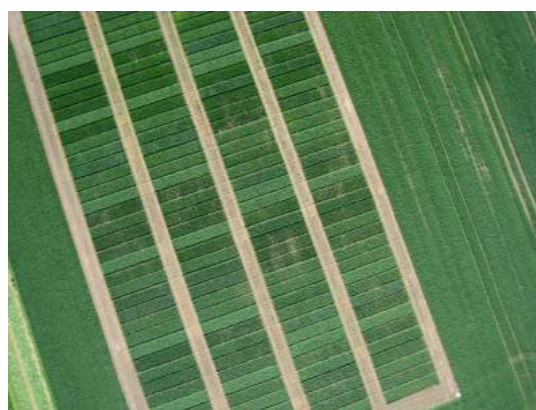
**Proteinkartering**

Jämförelse av bildmaterial med data insamlat med Yara-N-Sensor och handburen N-Sensor som ger en uppfattning om proteinhalter vid skörd men även skördenivå.

I samband med fotografering läggs vita markeringslappar ut i området som ska fotograferas. Dessa mättes in med DGPS för att underlätta georeferering av flygbilderna. Under 2006 flögs på Lanna och Bjertorp (skifte 10), den 23 maj.



**Fig 32. Take-off.**



**Fig 33. Sortförsök**

### Resultat

Under 2006 gjordes framsteg när det gäller att skapa mosaiker av bilder. Dessutom testades IR-fotografering från planet också, dock ej på försöksfälten, vilket öppnar nya möjligheter för datainsamling. Att kunna skapa mosaiker på ett enkelt sätt är en viktig del i användningen av UAV eftersom det är lätt att samla in ett stort antal bilder, men som det sedan kan kräva en stor arbetsinsats för att sammanställa. Samordning skedde med ett SLF-projekt om ogräskartering. UAV-foton togs över det fält där ogräsfotografering och ogräsräkning gjordes. Figur 34 visar några data från fältet (skifte 10 Bjertorp). Ett abstrakt skickades in till ECPA 2007 som kommer att gå i Grekland där redovisning av erfarenheter från projektet ev ska redovisas.

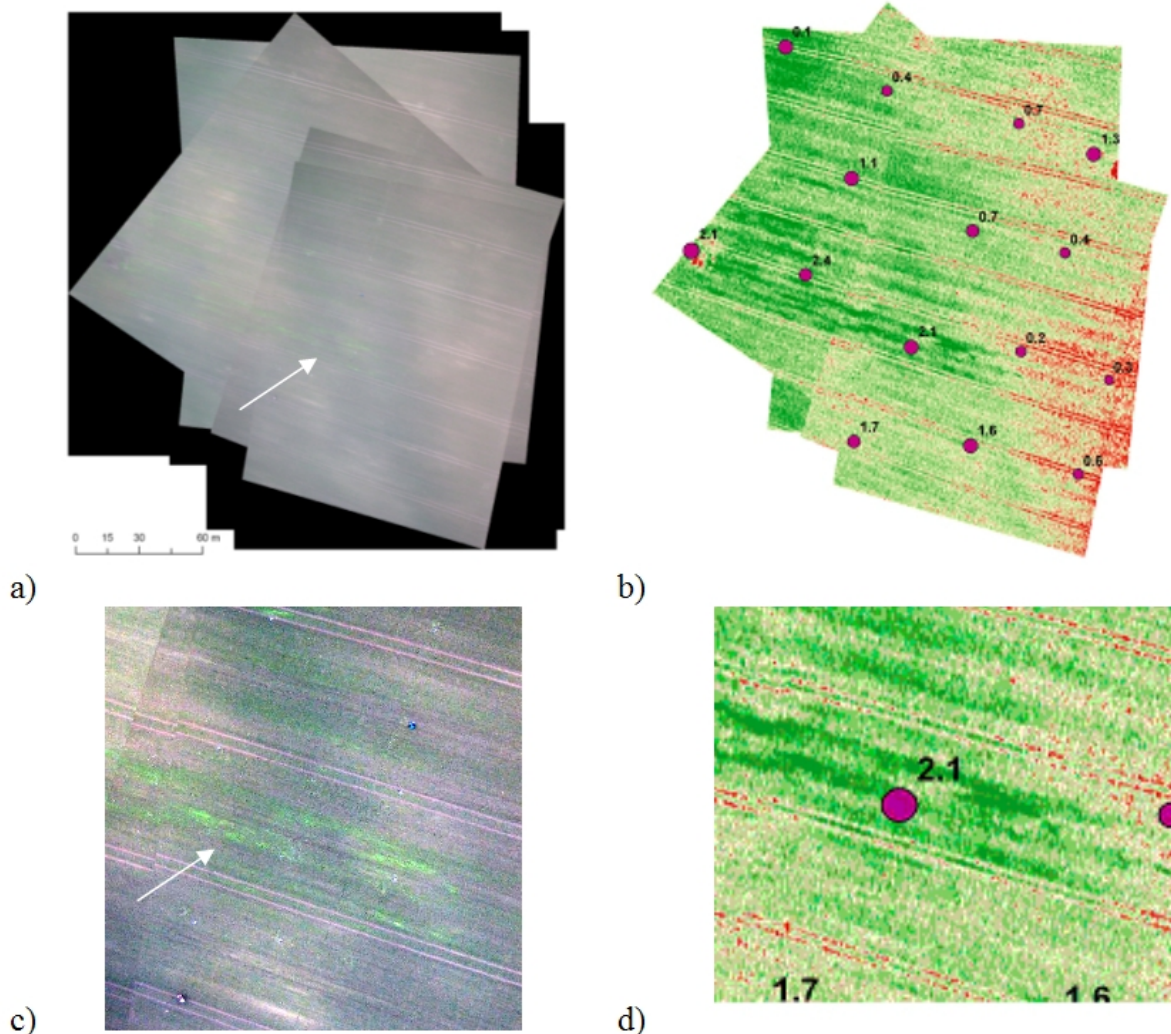
**Tider:** 2005-2007

**Finansiärer:** SLF, Agroväst

**Kontaktperson:** Mats Söderström, SLU  
[mats.soderstrom@mv.slu.se](mailto:mats.soderstrom@mv.slu.se)

Övriga projektdeltagare: Anna Rydberg, JTI (projektledare); Olle Hagner, SLU; Thomas Börjesson, Lantmännen

**Fig 34. a) Mosaik över delar av skifte 10. Pilen visar ett område med mycket ogräs. b) Spektral transformation med indexet Excess green (2G-R-B). Prickar indikerar procentandel ogräs i kontrollpunkter. c) och d) är förstoringar.**



## ***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 (fig 35). 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-sensormätningar i real-tid för ekonomisk och miljömässig optimering av tilläggsgivor av kväve.

I det andra delprojektet blir 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.

I det tredje delprojektet utreds hur förhållandet mellan analysnoggrannhet och geografisk upplösning i bakgrundsdata påverkar realtidsmodellens upplösning och noggrannhet. Projektet går ut på att skapa en modell för detta förhållande som med hänsyn till kostnader för provtagning och analys kan användas för att välja optimal metod under givna förutsättningar.

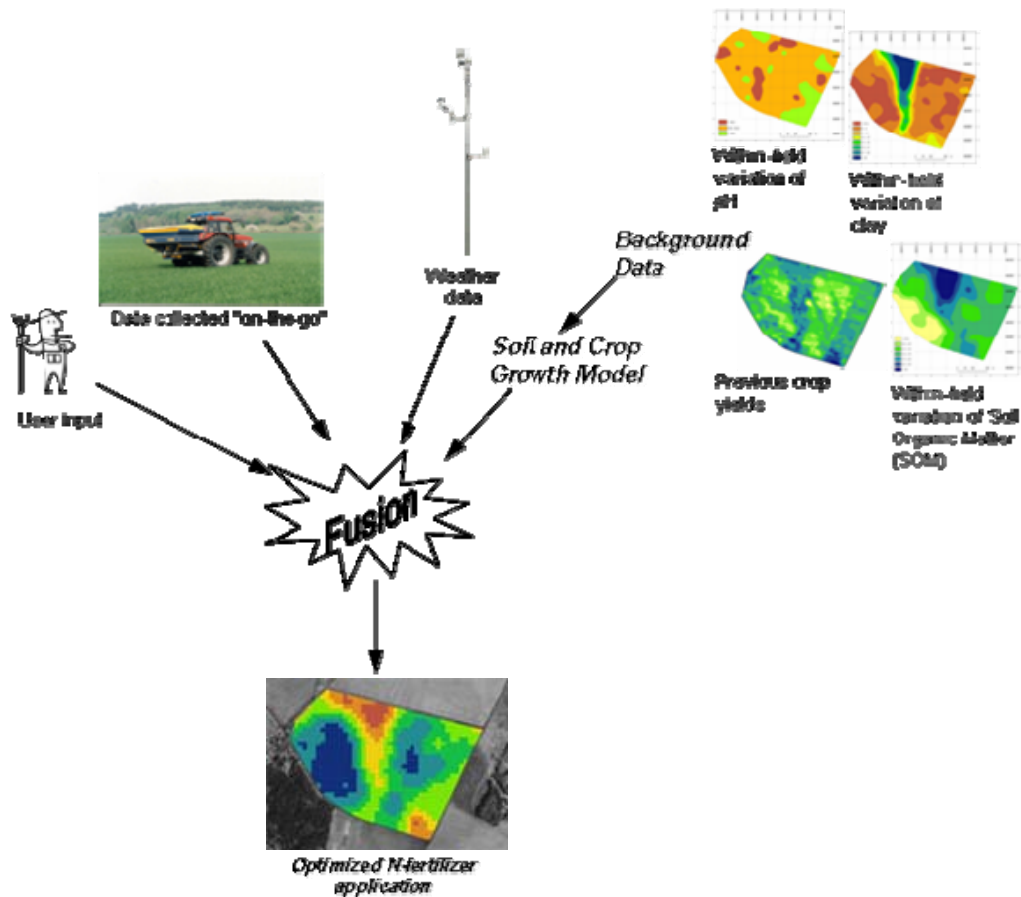


Fig 35. Platsspecifika odlingsinsatser skulle underlättas om kommunikationen mellan olika datakällor fungerade bättre och om man kunde kombinera data som är insamlat vid olika platser och tidpunkter.

Modellen kan tas fram med simulerade data och illustreras och valideras mot data med stor täthet och olika metoder som kommer att finnas tillgängliga från vissa fält (t ex på Bjertorp, Hacksta och Egonsborg). Interpolering kommer att ske med geostatistiska metoder och betydelsen i realtidsmodellen kommer att studeras.

**Tid:** 2006 – 2011

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

**Kontaktperson:** Lina Nolin 0500 – 448632  
[lina.nolin@his.se](mailto:lina.nolin@his.se)

## Film om precisionsodling

Precisionsodling är ett helt koncept som utgår ifrån kunskapen om att odlingsförutsättningarna och därmed skördarna inom ett fält kan variera ganska mycket. Orsakerna till variationen kan ha sin grund i en mängd olika faktorer. Dels kan det bero på skillnader i tidigare markanvändning, jordart eller odlingshistoria och dels kan det bero på skillnader i till exempel stallgödselspridning och markpackning. För att öka förståelsen och intresset för precisionsodling och den nya teknik som finns tillgänglig idag ville avdelningen för precisionsodling göra en film på detta tema.

### Målsättning

Målet med filmen är att få ett nytt verktyg för att väcka intresse och sprida kunskap och information om precisionsodling till lantbrukare, elever på naturbruksgymnasier, rådgivare och andra inom näringen.

Under växtodlingssäsongen 2006 samlades filmmaterialet in och sammanställningen gjordes under höst och vinter. Projektet resulterade i en film på totalt 22 min. Filmen tar upp orsaker till den variation som kan konstateras samt presenterar ett axplock av de tekniska möjligheter som finns tillgängliga idag när det gäller markkartering, dränering, kalkning, gödsling, sprutning, autostyrning mm.

Filmen kan ses på <http://po-mv.slu.se/> eller kan beställas från Avdelningen för precisionsodling, Skara.

*Tid:* 2006

*Finansiering:* SLU NL Fakultetens program för "Information och samverkan".

*Kontaktperson:* Christina Lundström  
0511-67237,  
[christina.lundstrom@mv.slu.se](mailto:christina.lundstrom@mv.slu.se)



Foto/bildmontage: Mats Söderström



## ***Studier av ekonomiska och miljömässiga effekter av en ökad precision i odlingen***

Här finns projekt som beskriver ekonomiska och miljömässiga effekter av precisionsodling i jämförelse med konventionell odlingsteknik. Ett projekt utvecklar en modell för hur precisionsodlingsdata kan utvärderas och omvandlas till spatiala nyckeltal för att underlätta bedömning av precisionsodlingens potential på den enskilda gården.

## ***Nyckeltal för bedömning av ekonomiska och miljömässiga effekter vid tillämpning av precisionsodling***

På vissa gårdar har man tillämpat olika former av precisionsodling under upp mot 10 år. Det har resulterat i en stor datamängd. För de allra flesta fall är det svårt att hantera alla dessa data och att kunna dra slutsatser av vilka åtgärder som ska vidtas. Alla dessa data ger också en möjlighet att utvärdera både den rumsliga och den temporala variationen. Tanken med projektet är att ta fram en modell för hur precisionsodlingsdata kan utvärderas och sammanfattas i spatiala nyckeltal som kan underlätta bedömning av precisionsodlingens potential. Dessutom ska utbildning av intresserade lantbrukare och rådgivare genomföras.

### ***Målsättning***

Ta fram en modell för hantering av precisionsodlingsdata som möjliggör hantering av sådana data för den enskilde lantbrukaren. Dessutom ska den rumsliga inomfältvariationen sammanfattas i några spatiala nyckeltal, åtminstone för P, K och N. Kurser för lantbrukare ska anordnas som ska lägga grunden för lokala nätverk för kunskapsutbyte. I arbetet försöker vi täcka in den huvudsakliga delen av Sveriges intensiva jordbruksområden.

### ***Utförande***

Nio gårdar valdes ursprungligen ut i olika delar av landet. Endast gårdar där man under några år använt någon form av precisionsodlingsteknik har varit aktuella. En av gårdarna (Västraby) har fallit bort under arbetets gång eftersom det varit problem med att få fram data. Data från grödor, skördekartering, markkartering, N-Sensormätning etc. har sammanställts för gårdarna. En modell för hur data ska hanteras har tagits fram. För att underlätta bondens och rådgivarens egna möjligheter till att hantera data kommer ett datorprogram utvecklas som är tänkt att komplettera de verktyg som man normalt använder. Studiematerial har tagits fram.

### ***Resultat***

#### **Datamodell**

En modell för datahantering har utvecklats som bygger på att lantbrukaren själv kan göra beräkningar i sina data. En förutsättning är att alla olika data som samlats in omräknas till ett regelbundet nät

av punkter som täcker gården. Detta har gjorts för de gårdar som ingår i projektet, och om andra lantbrukare vill följa denna modell så måste deras data i så fall också omräknas på motsvarande sätt. Denna procedur är inte helt trivial varför det i de flesta fall nog är en förutsättning att brukaren anlitar kunnig hjälp för det arbetet. Inom projektet har vi dock upplevt att man för att kunna dra så stor nytta av insamlade data som möjligt måste gå igenom datafiler och sammanföra data på ett sätt som möjliggör jämförelser och vidare beräkningar med olika indata. Det finns olika angreppssätt som alla har sina för- respektive nackdelar.

#### **Spatiala nyckeltal**

Nyckeltal har utvecklats för P, K och N. Mer om det finns beskrivet i föregående årsrapport.

#### **Kurser**

Kurser i form av studiecirkel har hållits i Skåne under 2006.



## PrecisionWizard

Precision Wizard (PWiz) är ett enkelt gratisprogram som utvecklades under året med medel från projektet samt visst stöd även från Yara AB. PWiz medger omräkning av data från t ex en markkartering till en styrfil som sedan kan användas i Farm Site Mate (www.farmworks.com) eller Yara N-Sensor. Det är också möjligt att överföra mätfiler från Yara N-Sensor (www.sensoroffice.com) till format som passar i vanliga kartprogram samt transformera data mellan koordinatsystemen WGS84 (som används i GPS-utrustning) och RT90 (som används i kartor). Dessa procedurer är annars flaskhalsar för den som vill framställa styrfiler för optimering men som inte har tillgång till dyra, avancerade datorprogram. Med PWiz kan man med enbart gratisprogram klara av att hantera sina data och skapa styrfiler, även karthanteringen i övrigt görs med gratisprogram. Dock finns ett par funktioner som saknas för att göra

programmet ännu mer användbart och användarvänligt. Medel söktes (och beviljades) från VL-stiftelsen under 2006. Men det arbetet kommer att genomföras under 2007.

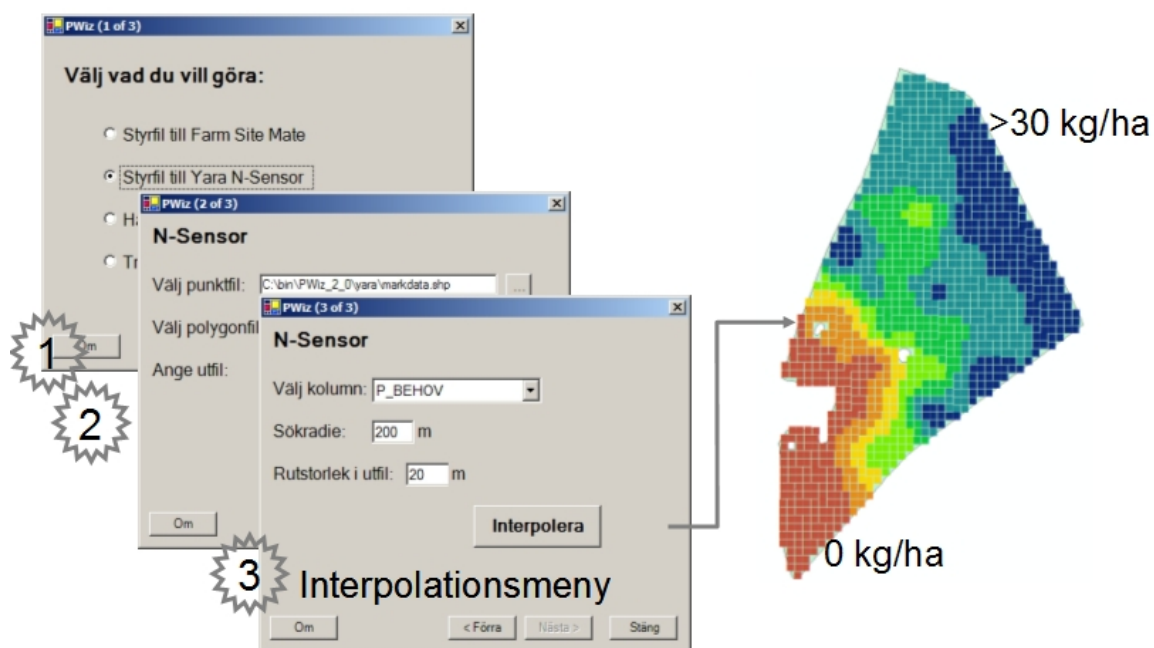
Projektet presenterades under året vid en Jord- och skogsbrukskonferens på ELMIA samt vid NJF-seminarium 309 som hölls i Lillehammer. Ett abstract skickades in till ECPA 2007 som kommer att gå i Grekland.

**Tider:** 2003-2007

**Finansiärer:** SLF, Agroväst

**Kontaktperson:** Mats Söderström, SLU (projektledare),  
[mats.soderstrom@mv.slu.se](mailto:mats.soderstrom@mv.slu.se)

**Övriga projektdeltagare:** Anna Nyberg, SLU; Mikael Gilbertsson, JTI; Fredrik Fogelberg, JTI; Knud Nissen, Lantmännen.



**Fig 36.** PWiz utgörs av enkla menyer som man stegvis går igenom. Här görs en styrfil för fosforspridning att användas med Yara N-Sensor.

## Utbildning

### ***Precisionsodlingskurs***

Vintern 2005/2006 anordnades en precisionsodlingskurs på fem poäng vid SLU riktad till agronomstudenter med inriktning mark/växt. Undervisningen växlade mellan Ultuna, Skara och på distans. Hösten 2006 integrerades precisionsodlings-undervisningen i en 20 poängs växtodlingskurs och i en 10 poängs växtnäringskurs, där bl.a. studieresa till Skara med omnejd ingick.

***Kontaktpersoner:*** Sofia Delin 0511-67235  
[sofia.delin@mv.slu.se](mailto:sofia.delin@mv.slu.se); Johanna Wetterlind  
0511-67258 [johanna.wetterlind@mv.slu.se](mailto:johanna.wetterlind@mv.slu.se)

### ***Exjobb***

Under 2006 påbörjades 2 examensarbeten med handledning från avdelningen för precisionsodling. Dessa var:

Metod för värdering av kvävet växtnäringsvärde i olika organiska gödselmedel, Jon Orvendal.

Växtodlingsrådgivares och lantbrukares syn på möjligheter med implementering av precisionsodlingsteknik, Frida Olsson.

***Kontaktperson:*** Sofia Delin 0511-67235  
[sofia.delin@mv.slu.se](mailto:sofia.delin@mv.slu.se)

## 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 växtnäingsfrågor.

Redan tidigt anlades fasta försöksfält med separat dränering av försöksparcer med möjlighet att mäta utlakningen, dvs. mäta avrinning och analysera innehållet i dräneringsvattnet. Efter successiv utbyggnad finns idag fem anläggningar på Lanna och en på Fotegården (lättjord), strax utanför Lidköping, med totalt 39 stora (800-5000 kvm) försöksparcer med separat dränering.

Huvudinriktningen är konventionell odling, men på 7 hektar odlas en sjuårig ekologisk växtföljd med flera försök och ett stort antal demonstrationsodlingar. 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 kvalitetssäkringssystem inom försöksverksamheten.

### 2006

Under 2006 utfördes totalt 66 försök och 14 demonstrationsodlingar. Dessa fördelades enligt följande uppdelning på "försöksavdelningar" vid SLU och är riksförsök, länsförsök, distriktsförsök och beställningsförsök:

- Vattenvård	3
- Jordbearbetning	7
- Växtnäring	16

- Växtföljder	1
- Ogräs	5
- Vallförsök	1
- Sortförsök	29
- Växtskydd	4

#### Demonstrationsodlingar:

- Ekologisk odling	11
- Växtnäring	2
- Ogräs, växtskydd	1

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



Fig 37. Flygbild över Lanna 2002.

**Tabell 5. 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
D0-5301	Brytning av höstbevuxen mark - utlakning	2005
R2-8409	Utlakning i höstvetedominerad växtföljd	2001
R2-8410	Höst- och vårrödor, flytgödsel – utlakning (Fotegården, Vinninga)	2003
R2-4010	Olika bearbetningssystem, plöjning - plöjningsfritt	1974
R2-4017	Direktsådd	1982
R3-0020	Humusbalans - stråsäd	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 växtnäringsfrågor och odlingens påverkan på dessa. Dessa långliggande försök ingår i sammanställningen ovan. Samtliga långliggande försök finns med i tabell 5.

**Personal**

På Lanna försöksstation finns sex helårsanställda, varav två arbetar med försöken, en med administration, två sköter jordbruksdriften samt en ansvarig för verksamheten. Till det kommer 1-2 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. Värdeprovning av sorter och växtskyddsmedel utförs även på uppdrag av dessa beställare.

**Övriga samarbetspartners:** Bla. Försök i Väst, Svensk Raps, Länsstyrelsen, Östadstiftelsen och sortföretag.

**Kontaktpersoner:**

Johan Roland, 0510-530005, 070-5277139, [Johan.Roland@mv.slu.se](mailto:Johan.Roland@mv.slu.se)  
Rolf Tunared, 0510-530005, 070-5306748, [Rolf.Tunared@mv.slu.se](mailto:Rolf.Tunared@mv.slu.se)

## ***Precisionsodling Sverige (POS)***

Avdelningen arbetar aktivt inom det nationella samarbetsprojektet Precisionsodling Sverige (POS) där forskningsledare Bo Stenberg är projektansvarig. POS målsättning är att främja svenskt lantbruk genom att ta fram kunskap och anpassa teknik inom precisionsodlingsområdet som bidrar till ökad lönsamhet, förbättrad produktkvalitet, ökad effektivitet i användandet av insatsmedel samt minskad belastning på miljön. POS har en basfinansiering från AGROVÄST som gör det möjligt att ha tre resurspersoner anställda i projektet. Dessa arbetar med GIS, teknik och projektsamordning. GIS- och samordningsfunktionen ryms inom Avdelningen för precisionsodling där Mats Söderström på avdelningen är GIS-ansvarig och Sofia Delin har varit samordnare under 2006. Till POS knyts intresserade personer från företag, universitet, organisationer m.fl. som arbetar med precisionsodling i olika projekt med olika finansiering. Genom POS kan de få support i GIS- och

tekniska frågor, träffas på seminarier och workshops i POS regi och få finansiering av mindre projekt av pilotkaraktär. Under 2006 har POS bl.a. arbetat med ett antal vallprojekt, stöttat verksamhet rörande utveckling av N-sensorapplikationer och arbetat för att underlätta implementering av precisionsodlingsteknik. POS anordnade ett seminarium där olika aktörer presenterade sin syn på precisionsodlings möjligheter och diskuterade fortsatt verksamhet, en workshop om NIR-teknik för att förutsäga markens kvävelevererande förmåga där forskare presenterade försöksresultat och diskuterade framtidsmöjligheter med olika aktörer från näring och myndigheter. POS medverkade också i flertalet montrar på de välbesökta växtodlingsdagarna Borgeby fältdagar och Jordbrukardagen på Logården med tipspromenader. Flertalet POS-projekt presenterades på ett NJF-seminarium om precisionsodling i Lillehammer.

***Kontaktperson:*** Christina Lundström  
0511-67237  
[christina.lundstrom@mv.slu.se](mailto:christina.lundstrom@mv.slu.se)

## Publikationer 2006

### Vetenskapliga artiklar

Luxhoi, J., Stenberg, B., Breland T.A. & Jensen, L.S. 2006. *Prediction of gross and net N mineralization-immobilization-turnover from CO<sub>2</sub> production*. Soil Science Society of America Journal, 70:1121-1128.

Salo T., Stenberg B., Lundström C., Jensen L.S., Bruun S., Pedersen A., Breland T.A., Henriksen T., Korsæth A., Palmason F., Gudmundsson J. 2006. *Characterisation of plant residue quality for prediction of decomposition and nitrogen release in agricultural soils*. Acta horticulturae, 700:57-62

### Populärvetenskapliga artiklar

Delin, S och Wetterlind, J. 2006. *Precisionsodling med optimal kvävegödsling*, Formas tidning Miljöforskning 4, 10-11.

### Konferensbidrag / Proceedings, 2006

Bölenius E., Rogstrand G., Arvidsson J., Stenberg B., Thylèn L. 2006. *On-the-go measurements of soil penetration resistance on a Swedish Eutric Cambisol*. ISTRO 17th Triennial Conference, Kiel, Tyskland, 2006-08-28 - 2006-09-03. s.867-870

Delin, S. and Berglund, K. 2006. *Management zones classified with respect to yield and soil water*, NJF REPORT 2: 8, 87. *Poster*

Engström, L., Myrbeck, Å., Stenberg, M., Lindén, B. 2006. *Increased nitrogen utilization by direct drilling of winter wheat after oilseed rape*. In: "Sustainability – its Impact on Soil Management and Environment. 28 August – 3 September, Kiel. Germany. pp. 682-686. On CD-Rom ISBN no: 3-9811134-0-3. *Föredrag*.

Engström, L., Myrbäck, Å och Stenberg, M. 2006. *Increased nitrogen utilization by direct drilling of winter wheat after oilseed rape*. Conference paper for International conference on soil tillage research, August 28 – September 3, 2006.

Myrbeck Å., Rydberg T., Stenberg M. 2006. *Nitrogen efficient soil tillage systems*. In: "Sustainability – its Impact on Soil Management and Environment. 28 August – 3 September, Kiel. Germany. pp. 1356-1358. On CD-Rom ISBN no: 3-9811134-0-3. *Föredrag*.

Myrbeck, Å. Stenberg, M., Rydberg, T. 2005. *Nitrogen efficient soil tillage systems*. In: J.J. Neetson (Ed.). "Proceedings of the 14th Nitrogen Workshop – N management – agro systems in relation to the Water Framework Directive". 24-26 October 2005, Maastricht, The Netherlands. Book of abstracts. p. 159. *Poster*.

Stenberg, M., Kasimir Klemedtsson, Å., Klemedtsson, L., Weslien, P. 2006. *Nitrous oxide emissions and nitrogen use efficiency*. In: J.J. Neetson (Ed.). "Book of abstract for the 14th Nitrogen Workshop – N management in agrosystems in relation to the Water Framework Directive". 24-26 October 2005, Maastricht, The Netherlands. p. 63. *Poster*.

Stenberg, M., Klemedtsson, L., Delin, K., Kasimir Klemedtsson, Å., Weslien, P. 2006. *Nitrogen use efficiency in integrated and organic farming* In: "Sustainability – its Impact on Soil Management and Environment. 28 August – 3 September, Kiel. Germany. pp. 496-501. On CD-Rom ISBN no: 3-9811134-0-3. *Föredrag*.

Stenberg, M., Nilsson, H., Brynjolfsson, R., Kapuinen, P., Morken, J., Søndergaard Birkmose, T. (eds.). 2005. Proceedings from the NJF-seminar no. 372: "Manure – an agronomic and environmental challenge". 5-6 September 2005, Nils Holgerssongymnasiet, Skurup, Sweden. NJF Report 2 Vol.1 No. 2 2005. 124 pp.

Söderström M., Fogelberg F., Nissen K., Nyberg A. 2006. *Making sense of Precision Agriculture - tools and material for training*. NJF Seminar 390: Precision Technology in Crop production. Implementation and benefits., Lillehammer, 2006

Söderström M., Gilbertsson M., Nyberg A. 2006. *PrecisionWizard - a free tool for producing variable rate application files*. NJF Seminar 390: Precision Technology in Crop production Implementation and benefits., Lillehammer, 2006

Wallenhammar, A-C., Charlotta, A. & Jonsson A. 2006. *Development of methods for detection of in-field variation of the-borne pathogens Plasmodium brassicae and Aphanomyces euteiches*. Proceedings of Precision Technology in Crop Production Implementation and benefits, Lillehammer, Norway, 7-8 November. NJF Report Vol 2 No 8.

Wetterlind J., Stenberg B., Söderström M. 2006. *New strategy for farm-soil mapping using NIR to increase sample point density*. NJF Seminar 390: Precision Technology in Crop production. Implementation and benefits., Lillehammer, Norway, 2006-11-07, vol 2 nr 8 53-56

## Rapporter

Aronsson H., Lindén B., Stenberg M., Torstensson G., Rydberg T., Forkman J. 2006. *Växtnäringsutlakning från en lerjord med höstveteväxtföljd och vallträda*. SLU, Uppsala. Avdelningen för vattenvårdslära. Ekohydrologi 93. 42 pp.

Delin, S.(red.) 2006. *Dokumentation från seminariet "Precisionsodling - avstämning av verksamhet och vision hos olika aktörer"*, Skara den 19 april 2006. Precisionsodling Sverige Teknisk rapport 5, Avdelningen för precisionsodling, SLU, 44 s.

Delin, S.(red.) 2006. *Verksamhetsberättelse för Precisionsodling Sverige, POS, 2005*. Precisionsodling Sverige Teknisk rapport 4, Avdelningen för precisionsodling, SLU, 16 s.

Engström L., Stenberg M., Lindén, B. 2006. *Grund eller djupare jordbearbetning i samband med sådd av höstvetete efter höstraps - möjligheter att minska nettomineraliseringen av kväve i marken på hösten*. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. Teknisk Rapport 4.

Engström, L., Lindén, B. och Roland, J. 2006. *Lanna försöksstation, ekologisk odling 1996-2005*. Institutionen för markvetenskap, Avd. för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. Teknisk rapport 3.

Lindén B., Lerenius C., Nyberg A., Delin S., Ferm M., Torstensson G., Hedene K-A., Gruvaeus I., Tunared R., Roland J. 2006. *Kan växtskyddsåtgärder minska kväveförlusterna vid odling av höstvetete?*. Rapport - Avdelningen för precisionsodling, vol 5

Lindén, B. & Engström, L. 2006. *Höstraps, havre och ärter som förfrukter till höstvetete - inverkan på kvävedynamiken i marken och på vetets avkastning*. Winter oilseed rape, oats and field peas as crops preceding winter wheat – effect on nitrogen dynamics in the soil and on the wheat yields. Institutionen för markvetenskap, Avd. för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara, Rapport 4

Lundström C., Rustas B-O., Wetterlind J., Lindén B. 2006. *Utedrift med nötkreatur under vinterhalvåret i Västsverige*. Rapport (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa) vol 4

Myrbeck, Å., Rydberg, T., Stenberg, M., Aronsson, H. 2006. *Inverkan av olika bearbetningstidpunkter på kväve mineraliseringen under vinterhalvåret och på kväveutlakningen i odlingssystem med och utan fånggröda. Slutrapport från försök 2000-2005*. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr 110. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Stenberg, M., Delin, K., Roland, B., Söderström, M., Stenberg, B., Wetterlind, J., Helander, C.A. 2005. *Utveckling av hållbara och produktiva odlingssystem – karakterisering av lerjord*. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. Rapport 2. 46 pp.

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. Avdelningen för precisionsodling. Rapport 3. 41 pp.

Wetterlind J., Stenberg B., Stenberg M., Lindén B. 2006. *Tidig höstplöjning på lerjordar - riskbedömning av kväveutlakning*. SLU, Skara. Avdelningen för precisionsodling. Rapport 6. 58 pp.



## Övrigt

Informationsfilm om precisionsodling

Lundström, C. 2006. Precisionsodling - en film om vad precisionsodling innebär och vilka tillämpningar som är aktuella i Sverige idag. Se filmen på: <http://po-mv.slu.se/> eller beställ den av Christina Lundström; [christina.lundstrom@mv.slu.se](mailto:christina.lundstrom@mv.slu.se) eller tel: 018-67237.





**Avdelningen för precisionsodling, Institutionen för markvetenskap, SLU, Skara,** (tidigare Institutionen för jordbruksvetenskap Skara) 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. Lanna försöksstation är en viktig resurs för avdelningen, övriga institutioner vid SLU samt andra samarbetspartners.

I serien **Rapporter** redovisas forsknings- och försöksresultat från Avdelningen för precisionsodling, SLU, Skara.

**Rapporterna finns tillgängliga på nedanstående internetadress.  
Rapporter kan även beställas från avdelningen, se nedan.**

Reports with research results from the Division of precision agriculture (Department of Soil sciences, Swedish University of Agricultural Sciences). The reports are available at the internet address given below and can be ordered from the address below

Distribution:  
Avdelningen för precisionsodling  
Institutionen för markvetenskap  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Box 234  
532 23 Skara

Tel. 0511-670 00, fax 0511-67134  
Internet: <http://www.po-mv.slu.se>

