

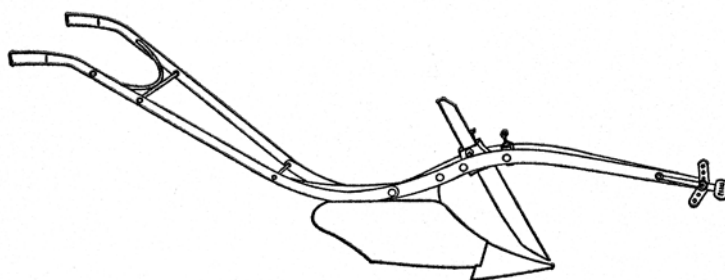


SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN _____ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala
Department of Soil Sciences
Reports from the Division of Soil Management



Nr 108

2005

Johan Arvidsson, redaktör

**Jordbearbetningsavdelningens
årsrapport 2004**

ISSN 0348-0976

ISRN SLU-JB-R--108--SE

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för jordbearbetning

Rapporter från jordbearbetnings-
avdelningen. Nr 108, 2005
ISSN 0348-0976
ISRN SLU-JB-R--108--SE

JORDBEARBETNINGSAVDELNINGENS ÅRSRAPPORT 2004

Abstract

RESULTS OF RESEARCH IN SOIL TILLAGE IN 2004

This report summarizes the activities carried out by the Division of Soil Management in 2004, including the results from about 100 field experiments. The experimental sites were located all over Sweden. The experiments are grouped within the following programs:

Primary tillage and tillage systems

Seedbed preparation and properties related to the surface layer

Soil compaction, soil structure and soil conservation

Nutrient leaching and erosion

INLEDNING

Denna rapport tar upp större delen av verksamheten som bedrevs vid avdelningen för jordbearbetning under 2004, och redovisar resultat från samtliga fältförsök som drivs av avdelningen. Uppläggningsen är i stort sett densamma som i tidigare årsrapporter. Verksamheten redovisas under avdelningens olika program: (1) grundläggande bearbetning och bearbetningssystem, (2) såbäddsberedning och ytskiktets funktion, (3) markstruktur, jordpackning och markvård, (4) mekanisk ogräsbekämpning samt (5) växtnäringsutlakning och erosion.

Rapporter från avdelningen från de sista tre åren (inklusive denna) finns också tillgängliga på jordbearbetningsavdelningens hemsida (www.mv.slu.se).

Jordbearbetningsavdelningen, SLU, februari 2005

Johan Arvidsson
Ararso Etana
Thomas Keller
Berth Mårtensson
Urban Svantesson

Britt-Louise Atterdagsdotter
Sixten Gunnarsson
John Löfkvist
Åsa Myrbeck

Elisabeth Bölenius
Sven-Erik Karlsson
Anna Melikari
Tomas Rydberg

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem	4
Olika bearbetningssystem - luckringsbehov	5
Olika bearbetningssystem - jordpackning	6
Olika bearbetningssystem - gödselplacering	8
Olika bearbetningssystem - halmbehandling	9
Bortodling av myr	11
Direktsådd	12
Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling	14
Jordbearbetningstidpunkt på hösten - inverkan på skörd, markstruktur och kvävemineralsisering	16
Kalkylark för att beräkna dragkraftsbehov och maskinkostnader för olika redskap och maskinsystem	18
Exempel på beräkning av dragkraftsbehov och maskinkostnader för olika redskap och bearbetningssystem vid höstsådd	22
Grund höstbearbetning med Kvernelands Ecomat	26
Ecomat mot kvickrot	28
Ekoskär och kalk	29
Grund bearbetning på hösten till höst- och vårsäd	30
Bearbetningsresultat efter plöjning som funktion av markens vattenhalt och markens fysikaliska kvalite	32
Såbäddsberedning och ytskiktets funktion	35
Grund vårbearbetning med Kvernelands Ecomat	36
Vårsådd vid utebliven höstbearbetning med fånggröda	38
Försök med Väderstads Rexius Twin	40
Bearbetningssystem i vårraps på olika jordar	41
Vårsådd med frontredskap	44
Jordpackning, markstruktur och markvård	46
Låga marktryck i odling med och utan plöjning	47
Tidpunkt för spridning av strörrika gödselslag: effekt på växtnäringsutnyttjande och markpackning	49
Traktordriven penetrometer	53
Mätning av tryck i matjord och alv med olika hjullaster	56

Växtnäringsutlakning och erosion	61
Bearbetning - fosforerosion - N-läckage	62
Flytgödsel- fånggrödor - utlakning	64
Jordbearbetning - kväveutlakning	65
Kväveeffektiv jordbearbetning	68
Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord	70
Direktsådd av höstvetet för bättre kväveutnyttjande	73
Effekter av skorpobrytning på våren i ekologisk höstsäd	76

GRUNDLÄGGANDE BEARBETNING OCH -SYSTEM

Med grundbearbetning menar vi här den jordbearbetning som sker mellan skörd av en gröda och såbäddsberedningen för att etablera nästa gröda (i internationell litteratur "primary tillage"). Syftet är främst att luckra jorden, bekämpa ogräs och mylla ned skörderester, och den traditionella metoden i Sverige är förstås plöjning. Eftersom denna åtgärd är den mest resurskrävande delen av jordbearbetningen har en stor del av forskningsarbetet berört möjligheterna att utesluta plöjning. Fältförsöken är i dag i första hand inriktade på följande frågor:

- att undersöka under vilka förhållanden minskad bearbetning (plöjningsfri odling) ger ett bättre odlingssystem (med avseende på skörd, ekonomi och markstruktur) än odling med plöjning
- att belysa vilken plöjningsteknik som är bäst under olika förhållanden
- att undersöka olika bearbetningssystem inom plöjningsfri odling
- att optimera bearbetningen i förhållande till växtnäringsutnyttjande
- att undersöka grundbearbetningens betydelse vid en förenklad såbäddsberedning
- att undersöka dragkraftsbehov och ekonomi för olika bearbetningssystem

De försöksserier som f.n. pågår inom detta område är (startår inom parentes):

R2-4007	(1974)	Odling med och utan plöjning, med olika bearbetningsdjup
R2-4008	(1974)	Odling med och utan plöjning, med olika packning
R2-4009	(1974)	Odling med och utan plöjning, radmyllad eller bredspridd gödsel
R2-4010	(1974)	Odling med och utan plöjning, med olika halmbehandling
R2-4014	(1976)	Bortodling av myr
R2-4017	(1982)	Direktsådd
R2-4027	(1991)	Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling
R2-4111	(1999)	Plöjningstidpunktens inverkan på markstruktur, växtproduktion och kväveutlakning på lerjord
R2-4124	(2000)	Ekoskär och kalk
R2-4125	(2001)	Grund bearbetning till höstsäd
R2-4050	(2003)	Bearbetningssystem till höstsäd

Olika bearbetningssystem-luckringsbehov

Tomas Rydberg

I ett plöjningsfritt odlingssystem, där höstplöjningen ersätts med enbart ytlig bearbetning till ca 10-12 cm, blir matjordens nedre del oftast för kompakt. Genom att bearbeta med kultivator till plogdjup har skörden ökat med 2-3 % Samma förbättring har även erhållits i ett bearbetningssystem där den ytliga bearbetningen någon gång i växtföljden ersatts med plöjning.

Under senare år har allt fler lantbrukare börjat använda kultivatorer som enda redskap vid höstbearbetningen. I många fall bearbetas betydligt djupare än vad som är möjligt med ett tallriksredskap.

I försöksserie **R2-4007** har sedan år 1974 kultivering till plogdjup jämförts med enbart ytlig stubbearbetning med tallriksredskap och/eller kultivator till ca 10-12 cm. I försöksserien har också ingått ett led med plöjning vissa år och övriga år enbart ytlig bearbetning, samt ett led med plöjning vissa år och övriga år kultivering till plogdjup. Plöjningen i de sistnämnda leden har i genomsnitt utförts vart femte år. Totalt har serien omfattat nio försök med tillsammans 90 st skördeår. Sedan 1993 omfattar serien endast ett försök, nr 141/74 på Ultuna. Huvudleden är följande:

- A = Stubbearb. + plöjn. varje år
- B = Stubbearb. + plöjn. vissa år, övr år en extra stubbearb. till 10-12 cm
- C = Stubbearb. + plöjn. vissa år, övr år en luckring till plogdjup
- D = Stubbearb. till 10-12 cm varje år
- E = Kultivering till plogdjup varje år

Försök nr 141/74 finansieras med medel för långliggande försök och vi hoppas att alla som har intresse av långsiktiga förändringar tar till vara möjligheten att kunna genomföra specialstudier i detta försök.

Resultat

Hösten 2003 plöjdes enbart led A. Höstvetet såddes den 2/9. Uppkomsten var tillfredsställande i samtliga led.

Resultaten från övriga försök i serien visade på klara positiva effekter av både en djupluckring och en återkommande plöjning, i genomsnitt 2-3 %. Dessa resultat finns utförligare redovisade i årsrapporten från 1994. Positiva effekter av djupkultivering redovisas även i serie R2-4027. Däremot framträder ej fördelarna med en djupare bearbetning i detta försök. De negativa resultaten med plöjningsfri odling år 2004 kan förmodligen tillskrivas en ur växtskyddssynpunkt mindre lämplig förfrukt med ökade svampangrepp i plöjningsfria led som följd. Försöket finansieras med medel för långliggande försök från SLU.

Tabell 1. Skörd, kg/ha, och relativt (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007 2004

Försök nr, jordart	Län/plats	Gröda	Förfr.	Plöjn	Plöjn vissa år, grund bearb	Plöjn vissa år, djup bearb	Aldrig plöjn grund bearb	Aldrig plöjn djup bearb	Sign
141/74	Ul	H-vete	H-vete	5320	82	85	83	84	***
mmh SL 30 försöksår				100	104	104	104	103	

Olika bearbetningssystem-jordpackning

Tomas Rydberg

I många försök har visats att om plöjning ersätts med enbart ytlig bearbetning så blir matjorden lätt för kompakt. Men vad händer om man istället för plöjning bearbetar med en kultivator till 20 cm ? Frågan är av speciellt stort intresse i södra delarna av vårt land där många jordar ofta är i stort behov av luckring framför allt pga ett mildare klimat och ett stort antal överfarter per år.

I försöksserie **R2-4008**, som startades 1974, studerades tidigare effekter av enkel- resp dubbelmontage i plöjda och enbart ytligt bearbetade led. I genomsnitt medförde dubbelmontage en större skördeökning i oplöjt led jämfört med i plöjt, skördenivån var dock trots användning av dubbelmontage klart lägre i ledet med enbart ytlig bearbetning. För att vidareutveckla den plöjningsfria odlingen bestämdes att försöksplanen i denna serie borde förnyas. En mycket vanligt förekommande fråga från lantbrukarhåll är om plogens luckringsarbete kan ersättas med en djupare bearbetning med kultivator. Mot bakgrund av bl.a. detta har den nya försöksplanen från och med hösten 1991 fått följande utseende.

A = Plöjning, normal bearbetning
B = Plöjningsfritt, plöjning till s-betor
C = Plöjningsfritt

01 = Normal intensitet och normalt djup
02 = Intensiv och djup bearbetning
Plöjda led 01 = ingen stubbearbetning
Plöjda led 02 = en stubbearbetning
Ej plöjda led 01 = två stubbearb. till 10-15 cm
Ej plöjda led 02 = tre stubbearb., nr. tre till 20 cm.

Serien har sedan 1989 endast omfattat ett fastliggande försök på Lönnstorp. I samband med förnyelsen av försöksplanen hösten 1991 genomfördes ingen förändring av rutfördelningen i fält. Detta innebär att möjligheterna att studera långsiktiga effekter av enbart ytlig bearbetning fortfarande kvarstår.

Resultat

År 1992 odlades höstvetete. I genomsnitt var

skörden i plöjda led högre än i de plöjningsfria och någon positiv effekt av den djupare bearbetningen kunde ej konstateras. Däremot medförde djupkultivering höjd skörd år 1993 till sockerbetor. Även år 1994 då grödan var havre resulterade djupkultivering i högre skörd. Korngrödan 1995 reagerade däremot ej positivt på en djupare och intensivare bearbetning i plöjningsfria led. År 1995 är också det första år som plöjningsfritt genomgående resulterat i högre skörd. En förbättrad vattenhushållning under sommarens torra perioder är den troligaste orsaken. År 1996 var grödan höstoljeväxter och då resulterade en djupbearbetning i plöjningsfria led i en skördeökning på ca 10 procentenheter. Även sommaren 1997 var periodvis mycket varm och nederbördsfattig, vilket troligtvis även detta år är en förklaring till de högre skördarna med plöjningsfri odling. År 1998 var grödan sockerbetor och även då var en enbart ytlig bearbetning ett sämre alternativ än både plöjning och kultivering till 20 cm. År 1999 odlades korn. Plöjning och stubbearbetning genomfördes först under våren 1999. Någon intensiv bearbetning förekom ej. Vårplöjning i förhållande till enbart ytlig bearbetning på våren resulterade i lägre skördar. År 2000 odlades höstoljeväxter, som gynnades av djupare och intensivare bearbetning. Plöjningsfri odling till h-vete efter oljeväxter brukar för det mesta fungera bra, vilket det även gjorde år 2001. Resultaten från år 2002, då sockerbetor odlades, påminner mycket om sockerbetsåret 1998 och resultaten från 2003 om det tidigare kornåret 1999. H-vetegrödan 2004 har i C-led gynnats av den djupare kultivering. Försöket finansieras med medel för långliggande försök.

Tabell 2. Skörd och relativtal (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-2004 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj Δ LL

År	1992-2004	2004
Gröda		H-vete kg/ha
A1=plöjning,	100	3990
A2=plöjning efter stubbearbetning	100	99
B1=stubbearb. till 10-15 cm, plöjn. till s-betor	103	102
B2=stubbearb. till 20 cm, plöjn. till s-betor	104	99
C1=stubbearbetning till 10-15 cm	99	94
C2=stubbearbetning till 20 cm	102	99
A	100	100
B	102	101
C	99	97
1	100	100
2	102	100
Sign. bearbetning		n.s.
Sign. intensitet		n.s.
Sign. samspel		n.s.



För intensiv och djup stubbearbetning finns många fabriker att välja bland. Ovan visas t.v. Mega-Dan MKII från HE-VA Doublet och t.h. Kvernelands CLC.

Olika bearbetningsystem-gödselplacering

Tomas Rydberg

I försök med kombisådd i plöjda och icke plöjda led har i genomsnitt en skördeökning på 5-6 % noterats för kombisådd i det konventionella ledet medan skördeökningen varit 2-3 % -enheter större det plöjningsfria ledet.

Motivet att starta denna serie (**R2-4009**) i mitten av 1970-talet var att undersöka om en eventuell försämring av tillgängligheten av främst fosfor, i viss mån även kalium, vid ytlig bearbetning, kunde förbättras med djupare gödselplacering. Försöksserien har omfattat två st försök varav ett på Källunda i Skåne (Ug) och ett på Röbbäcksdalen (AC). Här redovisas enbart resultat från försöket på Röbbäcksdalen då Källundaförsöket avslutades 1987. Resultaten från Källunda redovisas bl.a. i rapport nr 107. Följande led har ingått:

- A1 = Stubbearbetning + plöjning varje år, gödsling på markytan
- A2 = stubbearbetning + plöjning varje år, radmyllning av gödsel
- B1 = Stubbearbetning + plöjning vissa år, gödsling på markytan
- B2 = Stubbearbetning + plöjning vissa år, radmyllning av gödsel
- C1 = Stubbearbetning + ingen plöjning, gödsling på markytan
- C2 = Stubbearbetning + ingen plöjning, radmyllning av gödsel

Stubbearbetning har genomförts i normal omfattning, oftast med tallriksredskap till ett djup av 10-12 cm. Plöjning vissa år har i denna serie utförts ca vart fjärde år, senast hösten 2000. Ej plöjda rutor har bearbetats en gång extra med tallriksredskap. Skörderester har brukats ned. Dubbelmontage har använts i så stor utsträckning som möjligt. Samtliga grödor har gödslats med N, P och K. Till höstvetete har endast NP-gödselmedel myllats.

Resultat

Skörderesultaten för vårstråsäd sammanslaget med två år med foderraps och ett år grönfoderblandning presenteras i tabell 3. På försöket har även odlats potatis (1 år) och vall (5 år). Mycket tyder på att radmyllning av handelsgödsel medför något större skördeökning vid plöjningsfri odling jämfört med konventionell bearbetning. Den plöjningsfria odlingen har ej fungerat bra under 2004. Försöket finansieras med medel för långliggande försök.

Tabell 3. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, gödsling på ytan=100) i försök 235/76 på Röbbäcksdalen 1976-2004. Jordart, nmh I mo.

År	1976-2004	2004
Gröda		Vall I. TS-skörd, I+II
Antal år	20	
Plöjn. varje år, gödsling på ytan	100	12190
Plöjn. varje år, myllad gödsel	107	98
Plöjn. vissa år, gödsling på ytan	99	94
Plöjn. vissa år, myllad gödsel	104	94
Aldrig plöjning, gödsling på ytan	90	84
Aldrig plöjning, myllad gödsel	102	91
Plöjning varje år	100	100
Plöjning vissa år	98	94
Aldrig plöjning	92	89
Gödsling på ytan	100	100
Myllad gödsel	109	103
Signifikans		n.s.

Olika bearbetningssystem-halmbehandling

Tomas Rydberg

En av plöjningens viktigaste uppgifter är att mylla skörderester. Vid enbart yttlig bearbetning blir oftast mängden skörderester i ytskiktet alltför stor för att störningsfri såbäddsberedning och sådd skall vara möjlig. Om halmen bärgades borde därför resultatet med plöjningsfri odling förbättras. Detta har också bekräftats i försöksserie R2-4010 där det första försöket anlades redan år 1974.

Speciellt syfte med serie **R2-4010** har varit att studera effekter av olika halmbehandling i samband med reducerad bearbetning. Serien har omfattat fyra försök, varav ett på Lanna (La), ett på Rudsberg (S), ett på Bjällösa (E) och ett på Knistad (R). Endast Lannaförsöket pågår idag. I försöken har följande led ingått:

A1 = Stubbearbetning + plöjning varje år, kort stubb, halmen bortförd.

A2 = Stubbearbetning + plöjning varje år, kort stubb, halmen hackad

B1 = Stubbearbetning + plöjning vissa år, kort stubb, halmen bortförd

B2 = Stubbearbetning + plöjning vissa år, kort stubb, halmen hackad

C1 = Stubbearbetning + ingen plöjning, kort stubb, halmen bortförd

C2 = Stubbearbetning + ingen plöjning, kort stubb, halmen hackad

Plöjning vissa år har i denna serie utförts i genomsnitt vart åttonde år. På Lanna har exempelvis plöjning vissa år (B-ledet) inneburit plöjning höstarna 1977, 1990 och 1992. Växtföljderna på försöksplatserna har varit stråsädesdominerade med oljevaxter som omväxlingsgrödor.

Resultat

Resultaten sammanfattas i tabell 4. I genomsnitt, för samtliga försöksplatser, har den plöjningsfria odlingen gynnats med ett par procentenheter av att skörderesterna förts bort.

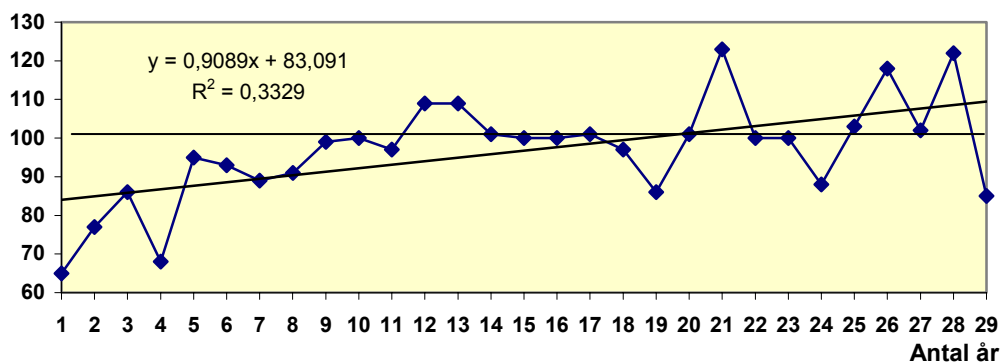
En i många sammanhang återkommande fråga är om resultatet med plöjningsfri odling blir bättre och bättre ju längre tekniken tillämpas. Något entydigt svar föreligger dock ej men en viss antydning om att så mycket väl kan vara fallet utgör resultaten från försöket på Lanna som anlades 1974, figur 1. Den positiva skördetrenden har förmodligen inte enbart orsakats av förbättrade markförhållanden utan bidragande orsaker har även varit en genom åren ökad kunskap om hur plöjningsfri odling bäst genomförs och likaså en genom åren förbättrad redskapstillgång. År 2004 var grödan h-vete. Trots att förfrukten var våroljevaxter så är resultaten klart sämre i de plöjningsfria leden och sämst i B-led. En förklaring kan vara att under 2003 skedde en uppförökning av kvickrotten och denna var störst i B-led och minst i A-led. Försöket på Lanna finansieras med medel avsatta för långliggande försök.



Tabell 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-2004

Försök nr	86/75	201/77	3/75	381/74	Samtliga	381/74 2004
Län/plats	S	R	E	La		
Jordart	mmh mo LL	mmh ML	mmh mo LL	mmh SL		h-vete kg/ha
Antal försöksår	11	7	8	29	55	
Plöjt varje år, halm bortförd	100	100	100	100	100	6900
Plöjt varje år, halm hackad	99	104	97	101	100	101
Plöjt vissa år, halm bortförd	105	107	99	99	101	76
Plöjt vissa år, halm hackad	103	107	96	99	100	70
Aldrig plöjt, halm bortförd	110	109	94	97	101	85
Aldrig plöjt, halm hackad	106	109	87	96	98	85
Plöjning varje år	100	100	100	100	100	100
Plöjning vissa år	105	105	99	97	100	72
Aldrig plöjning	109	107	92	95	99	85
Halmen bortförd	100	100	100	100	100	100
Halmen hackad	98	101	95	100	99	90
Signifikans bearbetning						*
Signifikans halmbehandling						n.s.
Signifikans samspel						n.s.

Rel. skörd (plöjning = 100)



Figur 1. Relativ skörd i plöjningsfritt led (plöjning = 100) i försök 381/74 på Lanna sedan start 1974.

Bortodling av myr

Tomas Rydberg

Bearbetning av en torvjord på Gotland har resulterat i en bortodling av ungefär 3 mm/år. Resultaten har inte skilt nämnvärt mellan plöjda och enbart stubbearbetade led. I ett försöksled med permanent vall har bortodlingen närmast varit försumbar.

Bearbetning av torvjordar har visat sig resultera i en minskning av torvlagrets mäktighet. En sådan bortodling beror i första hand på en ökad förmultning till följd av syretillförseln i samband med jordbearbetning. Bortodlingen av torvskiktet kan leda till försämrade markegenskaper på flera sätt. I syfte att kvantifiera jordbearbetningens betydelse för bortodlingen påbörjades 1976 avvägning av en kärrtorvjord i serie **R2-4014**. Avvägningar har därefter utförts på hösten 1983, 1990 och 1998. Försöket är beläget vid försöksstationen Stenstugu på Gotland och innehåller följande behandlingar:

A = Stubbearb. varje år och plöjning varje år ("konventionell bearbetning").

B = Stubbearb. varje år och plöjning vissa år.

C = Stubbearb. varje år och ingen plöjning.

D = Ingen bearbetning, permanent vall.

B-ledet har plöjts i genomsnitt 3 år av 4. B-ledet plöjdes ej hösten 2003.

Resultat

En sammanställning från avvägningarna

Tabell 5. Nivåer i förhållande till en fixpunkt som är belägen intill försöket. Minus- eller plustecken avser nivåförändringarna från starten dvs 1976. Medelvärden i cm

Försöksled	1976	1983	1990	1998
Plöjning	21,0	18,4(-2,6)	16,2(-4,8)	16,4(-4,6)
Plöjning vissa år	20,7	17,0(-3,7)	16,0(-4,7)	14,9(-5,8)
Plöjningsfri odling	17,0	13,6(-3,4)	12,8(-4,2)	11,2(-5,8)
Permanent vall	22,1	20,4(-1,7)	21,6(-0,5)	23,3(+1,3)

Tabell 6. Skörd, kg/ha och relativatal (plöjning varje år=100) i serie R2-4014 1976-2004

Försök nr	Län/ plats	Jordart	Gröda	Förf.	Plöjn. varje år	Plöjn. vissa år	Aldrig plöjn.	Sign.
188/76 2004	St	Kärrtorv	Korn	korn	3470	104	105	n.s.
26 försöksår					100	103	107	

Direktsådd

Tomas Rydberg

Kan direktsådd tillämpas till samtliga grödor i växtföljden utan avbrott med konventionell bearbetningsteknik? Frågan är aktuellare än någonsin då det pga sänkta produktpriser gäller att till det yttersta minska på samtliga kostnader och inte minst på bearbetningskostnaderna. I ett direktsått system är totala bearbetningskostnaderna endast ca 30 % av kostnaderna i ett konventionellt system.

För att studera effekter av kontinuerligt tillämpad direktsådd anlades på hösten 1982, i serie **R2-4017**, fyra st försök varav ett på Alnarp, ett på Tönnersa, ett på Lanna och ett på Ultuna. Försöket på Tönnersa (N) avslutades år 1985, det på Alnarp år 1989 och det på Ultuna (U1) 1990. För närvarande pågår således endast försöket på Lanna. Redovisningen här inskränker sig enbart till Lannaförsöket. Resultat från övriga försök finns redovisade i avdelningens årsrapport 1994.

Lannaförsöket innehåller följande huvudled:

- A = Konventionell bearbetning
- B = Direktsådd, plöjning vissa år
- C = Direktsådd

Sedan 1992 ingår även sub-leden

- 1 = halmen kvar
- 2 = halmen bärgad
- 3 = halmen bärgad + stubbearbetning
- 4 = halmen kvar + stubbearbetning

Under pågående försöksperiod har B-led plöjts hösten 1999. Direktsådden har fram till och med 1988 utförts med en ”trippel-disc maskin” av märket Bettinson, därefter med Väderstads DS-maskin och från och med 1997 med Väderstads Rapid.

Resultat

Resultatredovisningen i tabell 7 omfattar

enbart huvudleden A, B och C.

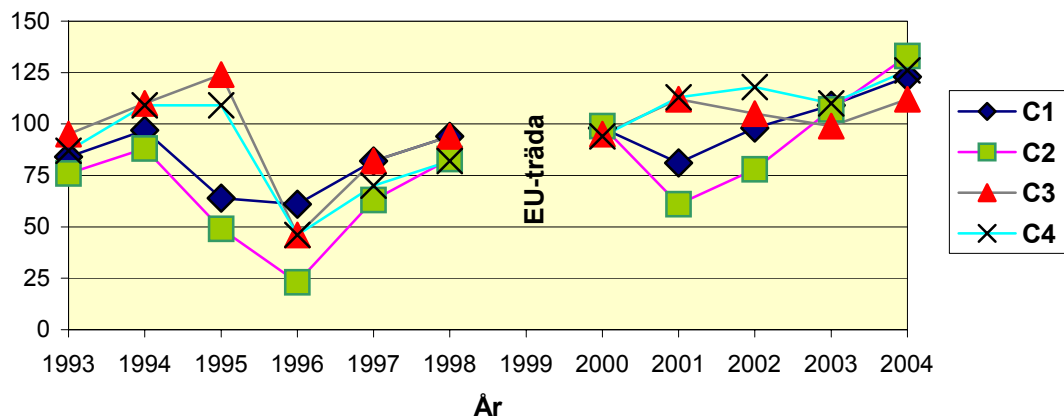
Sammanfattningsvis kan konstateras att visst går det att år efter år tillämpa direktsådd men det tycks som om man vissa år får räkna med en skördesänkning, i synnerhet om ogräset ej kan bemästras.

Av resultaten i figur 2 framgår att direktsådden fungerat bra åren 1993-95 om den genomförts i stubbearbetade rutor. Det tycks även som om det varit en fördel att bärga halmen oavsett om stubbearbetning genomförts eller ej. Åren 1996 och 1997 har däremot direktsådda led ej hävdats sig mot konventionell teknik, bl.a. beroende på en rikligare ogräsförekomst och en sämre plantetablering i såväl B-som C-led. År 1999 låg försöket i EU-träda. Efter EU-trädan plöjdes både led A och B före sådd av höstvetete. Av resultaten från år 2000 framgår att både led B och C hävdats sig väl gentemot det konventionella. År 2001 och 2002 har både led B och C resulterat i högre skördar än led A, dock förutsatt att stubbearbetning genomförts före sådd. I C-led utan stubbearbetning konstaterades, både 2001 och 2002, en rikligare förekomst av kvickrot, varför också skörden blev klart sämre. Hösten 2002 behandlades led B + C med Roundup, vilket kan vara en förklaring till den framgångsrika direktsådden 2003. Även 2004 har direktsådden fungerat bra.

Tabell 7. Skörd, kg/ha och relativtal (konv. sådd=100) i försöksserie R2-4017 1982-2004

Försök nr	Län/plats	Jordart	Gröda	Föfr.	Konv. sådd	Direktsådd plöjn. vissa år	Direkt-sådd	Sign.
703/82 2004	La	mfSL	korn	h-vete	4360	119	103	*
21 försöksår					100	95	93	

Rel. skörd (plöjn., halm kvar, ej stubbearb. = 100)



Figur 2. Relativ skörd med direktsådd i försök 703/82 på Lanna. C1 = halm kvar ej stubbearb. C2 = halm bärgad ej stubbearb. C3 = halm bärgad stubbearb. C4 = halm kvar stubbearb.



Figur 3. Det finns i dag många såmaskiner på marknaden som kan användas vid direktsådd. På bilden ses t.v. Kongskildes Demeter Multiseed och t.h. Väderstads Rapid Super XL.

Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling

Johan Arvidsson

1991 startades två försök med olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling på Ultuna, ytterligare ett startades 1996. Bearbetning med kultivator till 20 cm har i genomsnitt givit något högre skörd än en grundare bearbetning i två av försöken, och lägre i ett försök.

Utebliven jordbearbetning, t.ex. vid plöjningsfri odling medför att markens naturliga strukturuppbyggnad ej störs. Detta kan bland annat leda till att genomsläppligheten i den gamla plogsulan ökar. Ofta sker dock en förtätning av matjorden, som kan försämra rottillväxten. I serie **R2-4027** studeras effekter av olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling. Serien innehåller tre fastliggande försök vid Ultuna med följande försöksplan:

A=Plöjning

B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr

C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr

D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr

E=Tallriksredskap 2-3 ggr

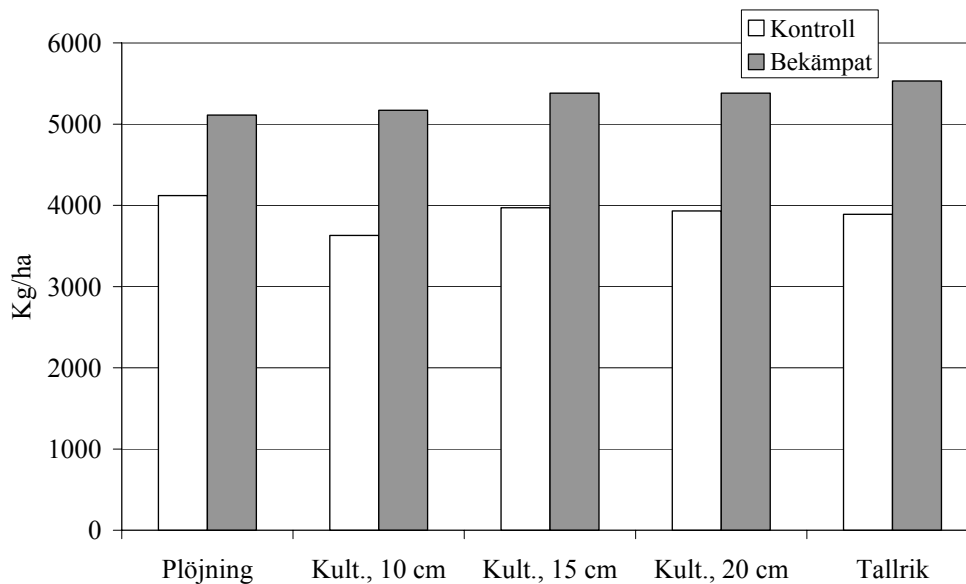
I ett av försöken, 517/91, har odlats korn efter korn sedan försökets start 1991. I de två övriga försöken har växtföljden varit mera varierad, men år 2003 och 2004 odlades höstvetete efter höstvetete i försöket 618/95. Under 2004 behandlades halva rutan mot svampsjukdomar i försök 517/91 med korn efter korn.

Tabell 8. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 2004

Försök nr	517/91	524/91	618/95	Medel 2004
Län, plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh SL		
Förfrukt	Korn	Höstvetete	Höstvetete	
Gröda	Korn	Havre	Höstvetete	
A=Plöjning	4610	6890	5870	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	95	94	78	89
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	101	97	81	93
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	101	96	82	93
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	102	94	88	95
Signifikans	n.s.	*	***	

Tabell 9. Skörd, relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1991-2004

Försök nr	517/91	524/91	618/95	Medel
Län, plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh SL		
Antal år	13	12	8	32
A=Plöjning	100	100	100	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	87	97	101	94
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	89	99	98	95
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	93	98	98	96
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	92	90	100	93



Figur 4. Skörd i försök 517/91, odling av korn efter korn, med och utan bekämpning av bladfläcksvampar.

Resultat

Skörd 2004 och 1991-2004 visas i tabell 8 resp 9. I två av försöken var skörden lägre i plöjningsfria led.

I försök 517/91, där korn odlas efter korn, var skörden ungefär samma i olika led, trots att mycket hög förekomst av sköldfläcksjuka kunde observeras under den regniga sommaren, speciellt i ej plöjda led. Svampbekämpning (Stereo applicerad 21 juni) ökade skörden med i genomsnitt 36 % (statistiskt signifikant). Skördeökningen var störst i ej plöjda led, samspelet var statistiskt signifikant (figur 4).

I försök 618/96 odlades höstvetete efter höstvetete. En stor förekomst av bladfläcksvampar kunde konstateras under sommaren, försöket blev dock inte behandlat mot svamp. Detta kan vara en förklaring till den relativt låga skördenivån, och det mycket dåliga resultatet för den plöjningsfria odlingen.

I genomsnitt för samtliga försök har skörden varit 1-2 procent högre för djup jämfört med grund kultivering. Det är dock värt att poängtera att högre skörd för djup bearbetning endast erhållits i ett försök, 517/91, medan förhållandet varit det omvända i försök 618/95. En möjlig förklaring är att det senare ligger på

styvare jord, med en större strukturkapacitet som medger en ytligare bearbetning. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.

Jordbearbetningstidpunkt på hösten – inverkan på skörd, markstruktur och kväve mineralisering

Johan Arvidsson

En senareläggning av bearbetningstidpunkten kan leda till sänkt skörd på lerjord. Risken för skördesänkning är större då marken kultiveras än då den plöjs.

I södra Sverige finns regler för grön mark i syfte att minska kväveläckaget. Som grön mark räknas t ex stubb efter en stråsädesgröda om plöjning sker efter ett visst datum på hösten. Dessa regler gäller oavsett jordart. På lerjordar finns dock en risk att bearbetning sent på hösten under blöta förhållanden skulle kunna leda till försämrad markstruktur, lägre skörd och därmed ett sämre kväveutnyttjande. Därför startades 1999 försöksserie **R2-4111** med försök i Uppland, Östergötland och Skåne. Syftet var att undersöka hur tidpunkten för bearbetning på hösten inverkar på markstruktur, kväve mineralisering och växtproduktion på lerjordar. Försöken, som pågick 1999-2002, finns slutredovisade i rapport 105 från avdelningen för jordbearbetning av Åsa Myrbeck m.fl., och i SLU:s serie Fakta Jordbruk, nr 11, 2003. I denna serie drivs fortfarande ett av försöken, placerat på en styv lera på

Ultuna. Försöksplanen är tvåfaktoriell och innehåller följande led:

A=plöjning

B=två överfarter med kultivator

1=tidig bearb. (slutet av aug., början sep.)

2=normal bearb. (slutet sep., början okt.)

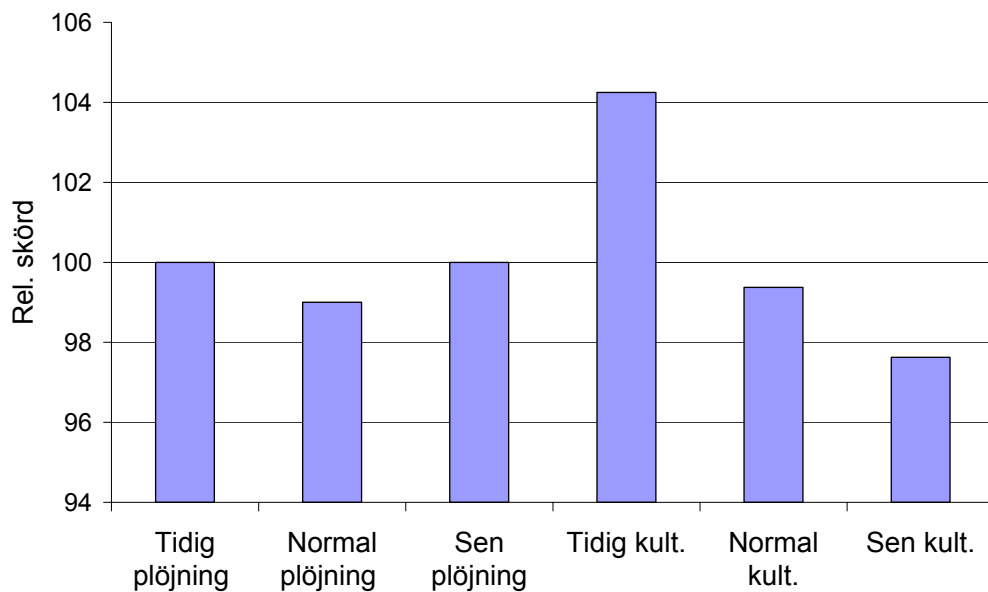
3=sen bearbetning (november)

Resultat

Skörd under 2004 och för samtliga år redovisas i tabell 10. Skörd i genomsnitt också för försöken i Skåne och Östergötland visas i figur 6. Sen bearbetning gav år 2004 klart lägre skörd än tidig bearbetning, speciellt i kultiverade led. Sett över samtliga år har den tidigaste bearbetningen givit den högsta skörden på Ultuna. Det finns också en tydlig samspelseffekt: bearbetningstidpunkten har

Tabell 10. Skörd i försöksserie R2-4111, ett försök på Ultuna, 2000-2004. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ($P < 0,05$)

År	2000	2001	2002	2003	2004	Medel
Gröda	Havre	Korn	Havre	Havre	Korn	
Tidig plöjning	5140=100	4390	5560	5520	4440	100
Normal plöjning	100	95	99	99	93	97
Sen plöjning	100	94	99	99	93	97
Tidig kultivering	104	99	105	99	107	103
Normal kultivering	103	91	102	96	99	98
Sen kultivering	103	87	92	95	100	95
Plöjning	100b	100	100	100	100	100
Kultivering	104a	96	100	97	107	101
Tidig	100	100a	100a	100	100	100
Normal	100	93b	98a	98	93	96
Sen	100	91b	93b	98	93	95



Figur 5. Relativ skörd i försök med olika bearbetningstidpunkter. Medel av åtta försöksår i Skåne, Östergötland och Uppland.

haft mycket större betydelse då marken kultiverats än då den plöjts. Resultaten från samtliga platser pekar i samma riktning (fig 5). Försöket på Ultuna visar dock att bearbetningstidpunkten har betydelse för skörden också då marken plöjs. Eftersom

försöket är fastliggande finns antagligen också en ackumulerad effekt av bearbetningstidpunkten på markstrukturen. Kontaktpersoner är Johan Arvidsson, 018 67 11 72 och Åsa Myrbeck, 671213.

Kalkylark för att beräkna dragkraftsbehov och maskinkostnader för olika redskap och maskinsystem

Johan Arvidsson, Thomas Keller, Karin Gustafsson, Daniel Eriksson och Patrik Hjerth

Sedan år 2001 har avdelningen för jordbearbetning bedrivit forskning för att bestämma dragkraftsbehovet för olika redskap. År 2003 startades ett nytt projekt, finansierat av SLE, där det också ingår att ta fram kalkylark för att beräkna maskinkostnader, dels för enskilda redskap, dels för hela maskinsystem på gårdsnivå. I kalkylarken används resultaten från dragkraftsmätningarna för att beräkna effektbehov och bränsleförbrukning vid bearbetning.

Dragkraftsbehov

Mätmetodik

Mätningar gjordes höstarna 2001 och 2002 med en Valmet 6600 på 100 hk, och under 2003 och 2004 med en MF 6290 på 135 hk. Traktorerna hade utrustning för att mäta bränsleförbrukning med mycket hög upplösning, hjulhastighet och verklig hastighet (Gustafsson m.fl., 2003, Arvidsson m.fl., 2003). Genom att motoreffekten kalibrerats via kraftuttaget i bromsbänk kunde den nyttiga effekten (effekt tillgänglig via drivhjulen) beräknas för en given bränsleförbrukning vid ett visst varvtal. Från denna effekt subtraherades effektförluster från slirning och rullmotstånd för att få den effekt som verkligen användes till dragkraftuttag.

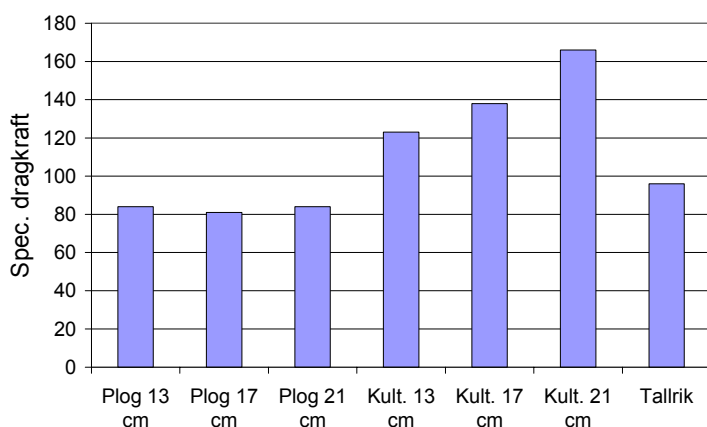
Mätningar under 2001 och 2002 gjordes med plog, kultivator och tallriksredskap på en lättare och en styvare jord på Ultuna. Körning gjordes vid olika tidpunkter på

hösten för att få olika vattenhalter, och med olika arbetsdjup. Vid mätningarna bestämdes det verkliga arbetsdjupet genom att ta bort och väga all jord som lösgjorts inom en viss yta.

Under 2003 och 2004 gjordes mätningar med ytterligare redskap och olika bearbetningsåtgärder i ett stort antal försöksserier. Dessutom bestämdes i två nystartade försök bränsleförbrukning för hela maskinsystem till höstsådd, d.v.s. för både grundbearbetning, såbäddsberedning och sådd.

Resultat grundbearbetning, 2001-2004

Det specifika dragkraftsbehovet (kraft per bearbetad tvärsnittsarea, d.v.s. energibehovet i förhållande till bearbetad jordvolym) för de olika redskapen och arbetsdjupen i mätningar 2001 och 2002 visas i figur 6.

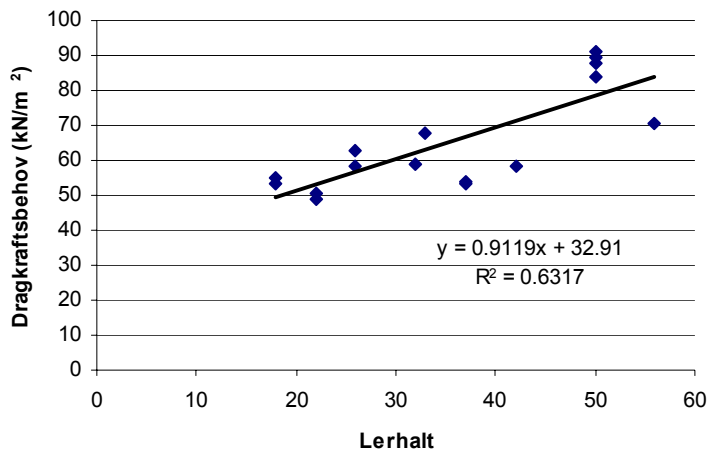


Figur 6. Specifikt dragkraftsbehov (dragkraft per volym bearbetad jord), medeltal för lätt och styv jord vid olika markfuktigheter.

Mätningarna under 2003 visade samma mönster. Specifika dragkraftsbehovet var lägst för plog och störst för kultivator, speciellt under torra förhållanden. Det var för plogen oberoende av arbetsdjupet (vilket innebär att totala dragkraftsbehovet var direkt proportionellt mot bearbetningsdjupet). För kultivatoren ökade

specifika dragkraftsbehovet med djupet, vilket innebär att det är mycket energikrävande att bearbeta djupt med en kultivator.

I figur 7 visas dragkraftsbehovet som funktion av markens lerhalt vid plöjning. Dragkraftsbehovet ökade markant med ökande lerhalt.

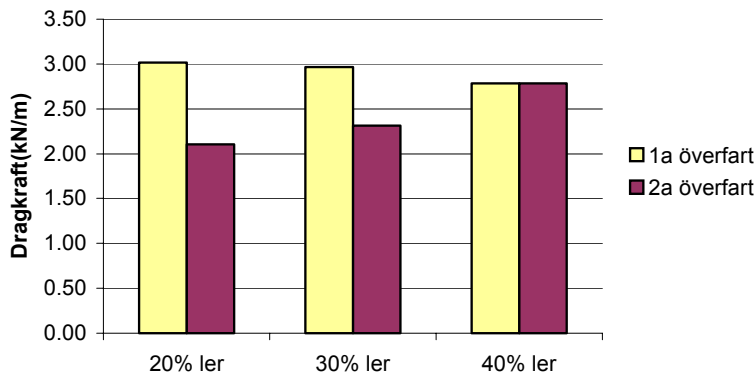


Figur 7. Specifikt dragkraftsbehov vid plöjning som funktion av markens lerhalt, resultat 2003.

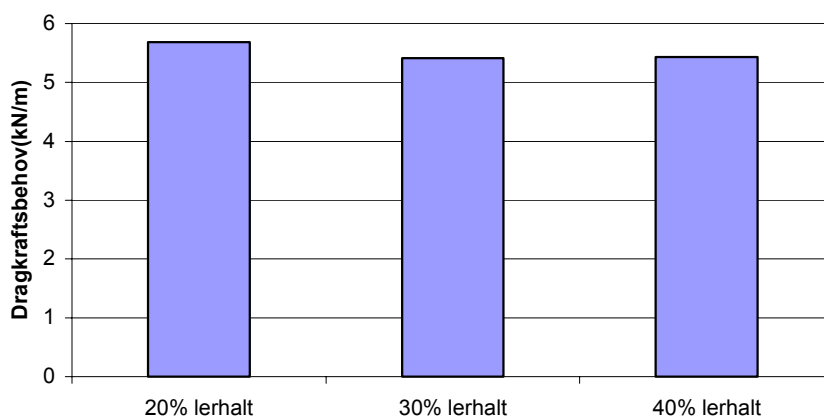
Dragkraftsbehov vid sådd och såbäddsbereidning på våren, 2004

Ett exempel på dragkraftsbehov vid harvning på våren ges i figur 8. Det fanns ingen tydlig koppling mellan jordart och

dragkraftsbehov. Detsamma gäller dragkraftsbehovet för sådd med skivbillmaskin på våren (figur 9). Hittills har inte gjorts några undersökningar av arbetsdjupets betydelse för dragkraftsbehovet vid sådd och harvning.



Figur 8. Dragkraftsbehov för harvning på våren på jordar med tre olika lerhalter.



Figur 9. Dragkraftsbehov för sådd med universalsåmaskin (såmaskin med skivbillar) på våren på jordar med tre olika lerhalter.

Beräkning av maskinkostnader

Konstruktion av kalkylark

För att beräkna maskinkostnader har utvecklats kalkylark, avsedda att användas i programmet Excel. Maskinkostnaderna beräknas med en medelårskalkyl liknande den som används av t.ex. flera hushållningssällskap. I maskinkalkylen görs dessutom beräkning av bränsleförbrukning och effektbehov utifrån de fältmätningar som redovisas ovan. Hänsyn tas bl.a. till typ av redskap, arbetsdjup, hastighet, arbetsbredd och jordart. Dessutom finns möjligheten att göra beräkningar för samtliga redskap efter hur de används i olika grödor. Kalkylarken finns i tre utföranden för olika typer av kalkyler:

KostnadEttRedskap. Beräkningar görs för ett redskap i taget. Utifrån typ av redskap, jordart, körhastighet, arbetsbredd och arbetsdjup beräknas effektbehov och bränsleförbrukning. Kostnaden för traktorn

bestäms av effektbehovet. Arket passar för schablonmässig beräkning av kostnad för olika typer av bearbetning (se motsstående sida).

KostnadAllaRedskap. Arket är anpassat efter beräkningar på gårdsnivå. Samtliga gårdens traktorer och redskap läggs in. För varje maskin anges användning i antal ha/år eller timmar/år.

KostnadRedskapGrödor. I detta ark är det också möjligt att lägga in hur de olika redskapen används i olika grödor. På så sätt kan man snabbt beräkna kostnader för olika möjliga bearbetningssystem på gårdsnivå.

Kalkylarken kan erhållas kostnadsfritt via e-post, beställ hos johan.arvidsson@mv.slu.se. De kommer senare att läggas ut på avdelningen för jordbearbetnings hemsida www.mv.slu.se/jb/jb.htm. Därifrån är det också möjligt att ladda ner avdelningens rapporter.

Kostnadskalkyl för redskap

Redskapstyp	
Modell	
Kommentar	
A=Återanskaffningsvärde (nypris)	
Inköpspris (om annat än Å)	
Innehav, antal år	
Restvärde vid försäljning/skrotning	
Årlig användning, ha	
Körhastighet, km/h	
Arbetsbredd, m	
Arbetsdjup, cm (medel)	
Fältkapacitetsfaktor (%)	
Slirning, %	
Avverkning, ha/tim	
Timmar per år, redskap	
Bränsleförbrukning beräknad, liter/h	
Bränsleförbrukning egen, liter/h	
Effektbehov, kW	
Underhållsfaktor, kr/tim*1000 kr Å	
Förvaringsyta, inkl. trafikyta	

Kostnader, kr/år

Värdeminskning	7740
Ränta	2139
Underhåll	8185
Arbetskostnad	22321
Bränsle	15272
Förvaring	1000
Traktorkostnad	13156
Totalt	69813
Redskap,kr/tim	154
Bränsle kr/tim	123
Traktor kr/tim	106
Totalt, kr/tim (inkl. arbete)	563
Totalt kr/ha	698

Kostnadskalkyl för traktor

Växelplog	
Buren 4-skärig	
Modell	
Kommentar	
Vikt (kg)	110000
Å=Återanskaffningsvärde (nypris)	
Inköpspris (om annat än Å)	
Innehav, antal år	
Restvärde vid försäljning/skrotning	
Timmar per år	
Effekt, kW	
Underhållsfaktor, kr/tim*1000 kr Å	
Förvaringsyta, inkl. trafikyta	
Kostnader, kr/år	
Värdeminskning	0.81
Ränta	124
Underhåll	19
Skatt, försäkring	
Förvaring	87
Kostnad, kr/år	0.60
Kostnad, kr/h	20

	7740
	2139
	8185
	22321
	15272
	1000
	13156
	69813
	154
	123
	106
	563
	698

Grunddata för maskinkalkyler

För maskinkostnader	
Kalkylränta (real, dvs. justerad för inflation)	3
Kostnad arbetskraft	180
Drivmedelspris	6
Förvaringskostnad, kr/m ²	50
Smörjmedelskostnad, påslag på drivmedel	7
Inköpspris, kr/kW	5200
Årlig värdeminskning traktorer, %	8
Årlig värdeminskning redskap, %	10
Avsaluvärde relativt inköpspris, %	85
För bränsleförbrukning	
Energiinnehåll bränsle (MJ/l)	40
Verkningsgrad i motor, %	33
Förlust från motor och transmission, %	20
Koefficient för rullmotstånd	0.1
Motorbelastning, % av maxeffekt	90
Vikt, kg/kW	60
Lerhalt	40
	106

	28482
	9274
	11289
	3000
	1000
	53045
	106

Exempel på beräkning av dragkraftsbehov och maskinkostnader för olika redskap och maskinsystem vid höstsådd

Johan Arvidsson, Marcus Magnusson

Under 2003 inleddes på Ultuna mätningar av dragkraftsbehov i hela bearbetningssystem, bl.a. till höstsådd. I första årets försök blev dragkraftsbehovet och maskinkostnaderna betydligt högre för plöjda än plöjningsfria led, främst beroende på ett större behov av såbäddsberedning. Skördeskillnader mellan led var små.

Under 2003 inleddes på Ultuna mätningar av dragkraftsbehov i hela bearbetningssystem, serie R2-4050. Detta gjordes bl.a. i två nya försök med höstvetete där en mängd olika redskap testades (Magnusson, m.fl., 2004). Försöken utfördes på styv lera (Ultuna) och på lättlera (Säby). Förfrukt på Ultuna var havre och på Säby korn. Arbetsdjup i olika led framgår av tabell 11. Carrier är Väderstad Carrier, ett tallriksredskap med tillhörande tung vält. Efter grundbearbetningen utfördes såbäddsberedning som anpassades så att det erhöles ett acceptabelt bruk i samtliga led. I försöken ingick också led med grundplog. I försöket med styvare jord utgick detta led p.g.a. att det inte gick att erhålla ett jämnt arbetsdjup. Led med

grundplog har därför uteslutits i denna sammanställning.

Såbäddsberedningen anpassades efter resultatet av grundbearbetningen. Eftersom bruket blev betydligt grövre efter plöjning, speciellt på den styva jorden, krävdes där mera bearbetning än i plöjningsfria led. På Ultuna kördes 2 överfarter med Väderstad Carrier och en cross-killervält i plöjda led, och med cross-killervält i plöjningsfria led. På Säby kördes med Väderstad Carrier i plöjda led, och med cross-killervält i plöjningsfria led. Maskinkostnader har beräknats med de kalkylark som utvecklats vid avdelningen för jordbearbetning. Vid beräkningen har traktorstorleken anpassats efter dragkraftsbehovet för de olika arbetsmomenten.

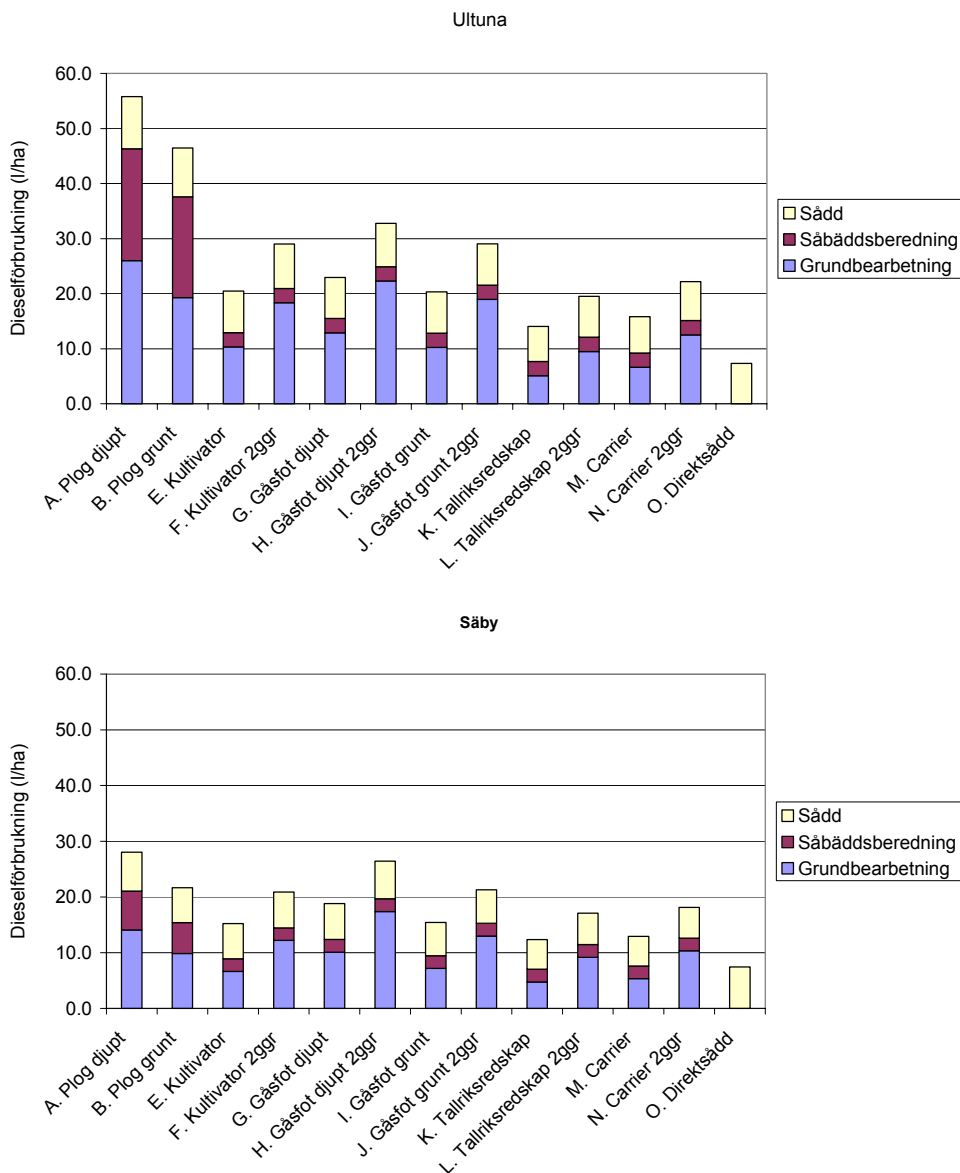
Tabell 11. Verkliga och inställda bearbetningsdjup samt skörd av höstvetete i serie R2-4050, skördeår 2004

Led	Inställt djup	Verkligt djup (cm)		Skörd	
		Ultuna	Säby	Ultuna	Säby
A. Plog	21	19,7	19,7	6440=100	6940=100
B. Plog	13	10,9	11,0	99	100
E. Kultivator 1ggr	13	4,5	6,3	104	98
F. Kultivator 2ggr	13	7,1	11,2	102	100
G. Gåsfot 1ggr	13	6,3	9,1	104	99
H. Gåsfot 2ggr	13	9,2	12,2	104	102
I. Gåsfot 1ggr	7	5,2	5,2	104	99
J. Gåsfot 2ggr	7	6,6	7,8	105	101
K. Tallriksredskap 1ggr	7	1,9	4,6	105	98
L. Tallriksredskap 2ggr	7	4,3	7	109	98
M. Carrier 1ggr	5	3,0	3,3	103	98
N. Carrier 2ggr	5	3,7	4,3	104	99
O. Direktsådd				99	90
Signifikans				n.s.	*

Resultat

Skörd i de olika leden redovisas i tabell 11. På Ultuna var skörden i regel något högre för plöjningsfria jämfört med plöjda led, skillnaderna var dock inte signifikanta. På Säby var skillnaderna små mellan leden, utom det direktsådda ledet som låg ca 10 procent lägre. I figur 10 visas beräknad

energiförbrukning (liter diesel/ha). Energiförbrukningen var betydligt högre på den styva jorden. Där var den också klart högst för plöjda led, till stor del beroende på en stor energiförbrukning till såbäddsberedning. På den lätta jorden var skillnaderna mindre. Den grunda plöjningen var här ett mycket konkurrenskraftigt alternativ.

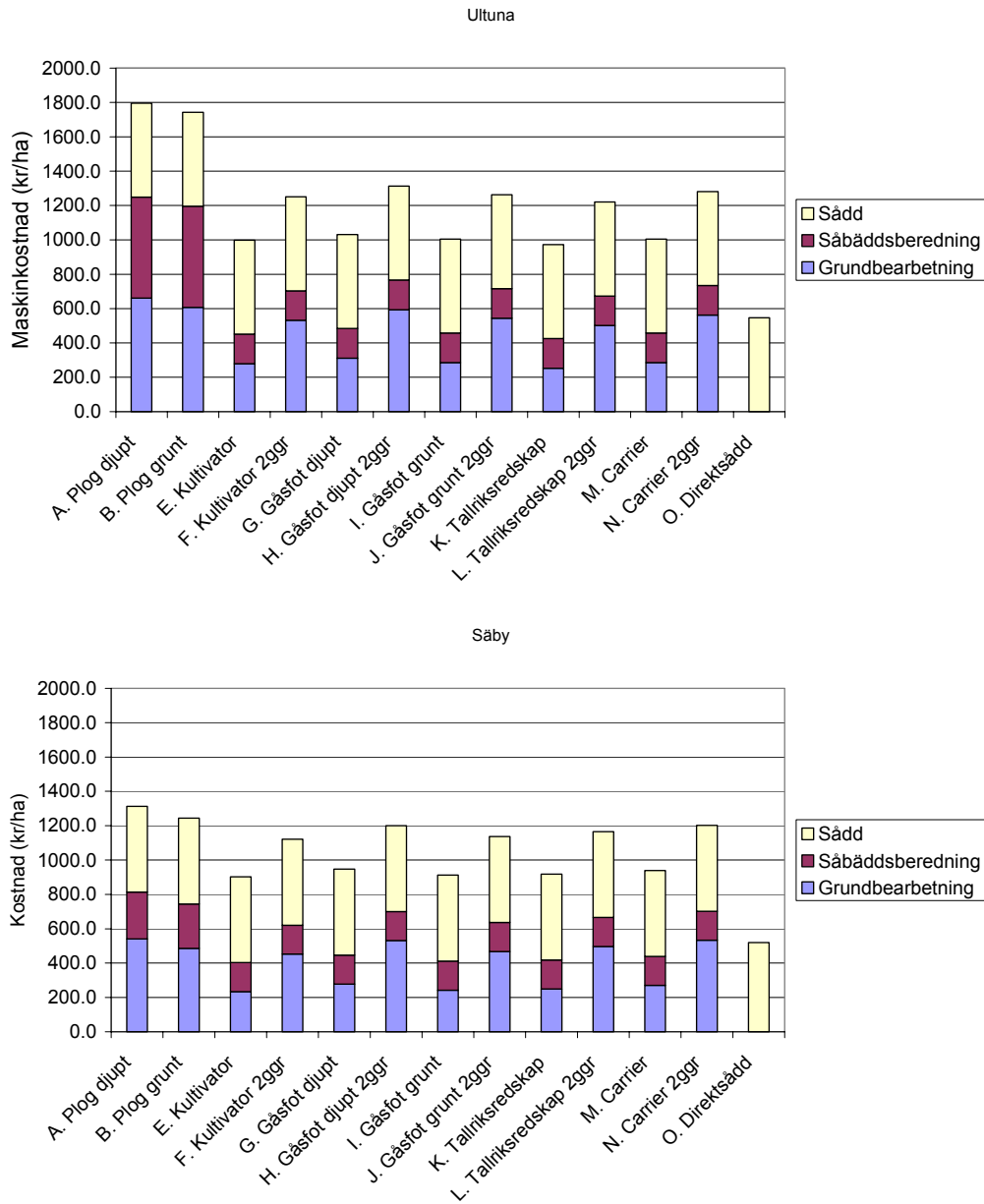


Figur 10. Total beräknad energiåtgång för olika bearbetningssystem till höstsädd på styv jord (Ultuna) och lätt jord (Säby), serie R2-4050, skördeår 2004.

Exempel på kostnadsberäkning

Utifrån dragkraftsbehovet beräknades kostnader för olika maskinsystem i de försök som redovisades ovan. Beräkningarna gjordes för en fyrskärig plog, för såmaskin, kultivatorer och

tallriksredskap antogs arbetsbredder på 3-3,5 m. I kalkylen antogs plogen och såmaskinen användas 150 ha/år, övriga maskiner 200 ha/år. I figur 11 redovisas beräknade maskinkostnader för Ultuna och Säby.



Figur 11. Beräknade maskinkostnader (inkl. arbetskostnad) i försök med olika bearbetningssystem till höstsådd på styv jord (Ultuna) och lätt jord (Säby), serie R2-4050, skördeår 2004.

Slutsatser

Grund bearbetning med kultivator och tallriksredskap ger oftast en större sönderdelning av jorden än en konventionell plöjning. Detta är effektivt framförallt vid sådd av höstvetete, då det oftast är viktigare att få en god sönderdelning än att luckra stora jordmängder. Vid jämförelser mellan olika bearbetningssystem till höstvetete blev totala energiförbrukningen klart högst för plöjda system, speciellt på styv jord. Detta berodde till stor del på ökat behov av såbäddsberedning. Vid vårsådd blir

skillnaden mellan bearbetningssystemen mindre.

De nya kalkylarkerna erbjuder en möjlighet för bland annat rådgivare, lärare och lantbrukare att enkelt göra maskinkalkyler, där dessutom både bränsleförbrukning och effektbehov för olika arbetsmoment beräknas.

Kalkylarkerna kan erhållas kostnadsfritt via e-post, beställ hos joohan.arvidsson@mv.slu.se. De kommer senare att läggas ut på avdelningen för jordbearbetnings hemsida www.mv.slu.se/jb/jb.htm. Därifrån är det också möjligt att ladda ner avdelningens rapporter.

Referenser

- Arvidsson, J., Gustafsson, K., Keller, T., 2003. Dragkraftsbehov och sönderdelning för plog, kultivator och tallriksredskap vid olika markvattenhalter. Fakta Mark/växt nr 8, SLU, Uppsala. Även på <http://www.slu.se/forskning/fakta/faktajordbruk/index.html>.
- Gustafsson, K., Arvidsson, J., Keller, T., 2003. Dragkraftsbehov för plog, kultivator och tallriksredskap vid olika markvattenhalter. Rapport 106, avdelningen för jordbearbetning SLU, Uppsala. Även på <http://www.mv.slu.se/JB/jb.htm>.
- Magnusson, M., Arvidsson, J., Keller, T., 2004. I Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2003. Rapport nr 107, avd. för jordbearbetning, SLU. Även på <http://www.mv.slu.se/JB/jb.htm>.

Grund höstbearbetning med Kvernelands Ecomat

Urban Svantesson

I två försök prövas olika bearbetningsstrategier med Kvernelands Ecomat. Resultaten visar att dragkraftsbehovet minskade avsevärt och skördenivån något när bearbetningsdjupet minskade. Förutom minskat dragkraftsbehov kan energi också sparas genom ett minskat behov av överfarter vid såbäddsberedning i de grunt bearbetade leden.

Hösten 2002 startades två fältförsök där olika bearbetningsstrategier med Kvernelands Ecomat prövas. Det ena försöket höstsås, **R2-5073**, och det andra vårsås, **R2-5074**. För att även undersöka hur de olika systemen påverkar förekomsten av svampsjukdomar kommer vårkorn respektive höstvetet odlas år efter år i respektive försök. Försöken är belägna på en styv lera utanför Uppsala.



Följande led ingår i försöken:

- A. Konventionell plöjning (23 cm)
- B. Tallriksredskap (10-12 cm)
- C. Ecomat (10 cm)
- D. Ecomat (7 cm) + Ecomat (17 cm)
- E. Ecomat (15-17 cm) med Ekoskär

I led E används också Kvernelands Ekoskär, vilket monteras på plogkroppen och luckrar ca 7 cm under plogens arbetsdjup. Vid plöjning till 15 cm luckrar Ekoskåret således skiktet 15-22 cm. Hösten 2003 var Ekoskär monterat på tre av plogens sex kroppar. I led D används Ecomaten även som ett stubbearbetningsredskap. Den första bearbetningen gjordes efter tröskning och den andra tre, fyra veckor senare.

Resultat och diskussion

Hösten 2003 var jorden torr och hård. Det innebar vissa svårigheter med att hålla rätt djup vid bearbetningarna. Vid de grunda bearbetningarna hade vi emellanåt svårt att få ned Ecomaten och vid de djupare

bearbetningarna tenderade den hårda jorden att brytas loss på tidigare bearbetningsdjup (gamla plogdjupet) så att stora kokor rullades upp. Resultatet blev en del ojämnheter och relativt mycket halm i ytan i några av rutorna som bearbetades med Ecomat. Ecomatledet med ekoskär (Led E) höll dock djupet bra vilket förmodligen berodde på ekoskårets stabiliserande verkan. Det konventionellt plöjda ledet gav bäst bearbetningsresultat följt av Ecomatledet med ekoskär. Samtidigt var strukturen bättre i de grunt bearbetade leden på så sätt att det krävdes mindre såbäddsberedning för att åstadkomma såbruk i dessa led. En överfart med crosskillvält jämfört med tre i det konventionellt höstplöjda ledet. Hösten 2004 var marken fuktigare när bearbetningarna gjordes och resultatet blev också bättre i samtliga led.

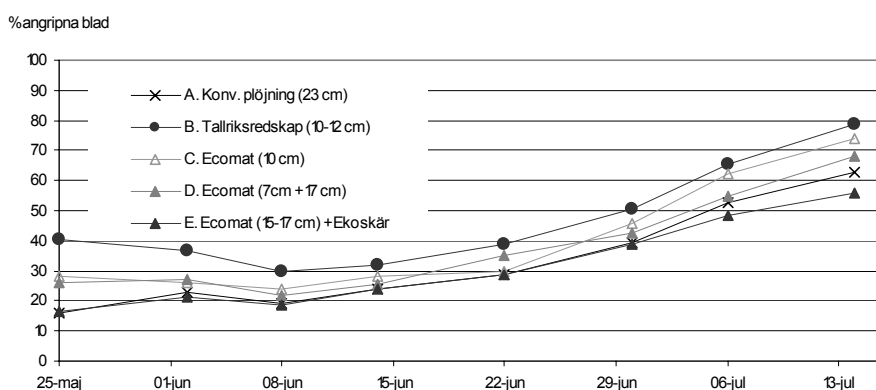
Under våren och sommaren graderades angreppen av en rad sjukdomar i de båda försöken. Växstsäsongen (2004) var relativt nederbördsrik men svampangreppen blev trots det måttliga, vilket troligen berodde på den låga temperaturen som rådde under en stor del av säsongen. I figur 12 redovisas resultaten från graderingarna av bladfläcksvampar i höstvetet. I denna figur ser man att angreppen korrelerade väl med de halmmängder som kunde ses på markytan i de olika leden. Svampangreppen var således mest omfattande i ledet som endast bearbetades med tallriksredskap och minst i de två led där bearbetningarna fungerade bäst hösten 2003, dvs. det konventionellt plöjda ledet och Ecomatledet med ekoskär. Detta är förmodligen en förklaring till den högre skörden i de två sistnämnda leden. Särskilt intressant i svampsammanhang är led D som stubbearbetades med Ecomat (7 cm) efter skörd och bearbetades djupare med Ecomat

en månad senare. Den första bearbetningen begravnade halmen väl. Vid den senare, djupare, bearbetningen vändes halmen upp igen och mängden halm på ytan var då minst lika stor som i övriga Ecomatled. Den nedsmutsning som halmen utsattes för minskade inte svampangreppen att döma av graderingarna. De torra förhållanden som rådde hösten 2003 kan ha minskat effekten av nedsmutsningen.

När försöksleden i det höstsådda försöket bearbetades mättes även dragkraftbehovet och resultaten från hösten 2004 redovisas i figur

13. Dragkraftbehovet var tydligt korrelerat med bearbetningsdjupet. Resultaten såg i stort sett ut på samma sätt hösten 2003.

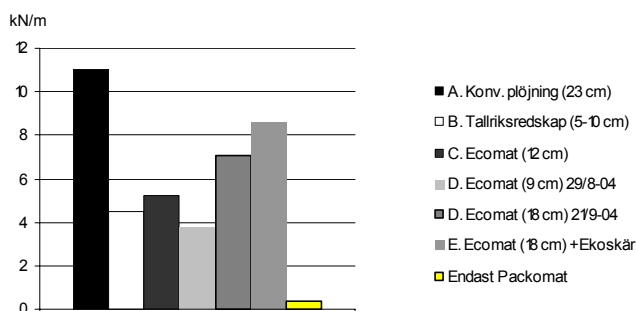
I tabell 12 redovisas skörderesultaten. Det konventionellt plöjda ledet gav i år högst skörd i båda försöken. Det berodde förmodligen på att bearbetningarna (hösten 2003) fungerade bäst i detta led, vilket resulterade i mindre halm på markytan och bättre tilläggning, dvs. mindre håligheter som riskerades att fyllas med torr jord vid såbäddsbereidning. Kontaktperson är Urban Svantesson, tel. 018-671203.



Figur 12. Bladfläcksvampar i höstvetete. Procent angripna blad.

Tabell 12. Skörd 2004, kg/ha och relativt

	Vårsådd		Höstsådd	
	Korn	Medel 03-04	H-vete	Medel 03-04
A. Konventionell plöjning (23 cm)	5530	100	5740	100
B. Tallriksredskap (10-12 cm)	5170	94	5330	93
C. Ecomat (10 cm)	5050	91	5515	96
D. Ecomat (7 cm) + Ecomat (17 cm)	5430	98	5765	100
E. Ecomat (15-17 cm) m Ekoskär	5240	95	5620	98
Minsta signifikanta skillnad ($p < 0,05$)	n. s.		400	



Figur 13. Dragkraftsbehov i kN per meter arbetsbredd hösten 2004. Inom parentes anges det uppmätta bearbetningsdjupet. I led E var Ekoskär monterat på tre av sex plogkroppar hösten 2004.

Ecomat mot kvickrot

Urban Svantesson

För att undersöka möjligheten att använda Kvernelands Ecomat för stubbearbetning startades hösten 2003 ett försök där olika bearbetningsstrategiers effekt på kvickrotsbeståndet prövas. Grund bearbetning med Ecomat efter tröskning följt av en senare, djup, bearbetning med Ecomat hade störst effekt på kvickrotsbeståndet.

I ett vårsått försök, **serie R2-5075**, anlagt hösten 2003, prövas olika bearbetningsstrategier mot kvickrot. Försöket är beläget på en styv lera utanför Uppsala. Försöksleden såg ut på följande sätt:

- A. Tallriksredskap 10-12 cm + konv. plöjning 20-23 cm
- B. Tallriksredskap 10-12 cm + Ecomat 17-20 cm
- C. Ecomat 6-7 cm + Ecomat 12-14 cm
- D. Ecomat 6-7 cm + Ecomat 17-20 cm
- E. Tallriksredskap 10-12 cm + stubbearbetning 10-12 cm

Alla led bestod av två bearbetningar. Efter skörd gjordes den första bearbetningen av respektive led och efter ca en månad gjordes den andra. All primärbearbetning gjordes på hösten.

Resultat och diskussion

I tabell 13 redovisas det totala antalet kvickrotsskott vid försökets start 2003, mängden kvickrotsskott år 2004 som relativtal av antalet skott år 2003 samt skörderesultaten.

Tabell 13. Utveckling av kvickrotsbestånd och Skörd 2004

Led	Kvickrotsbestånd		Skörd 04	
	2003 skott/m ²	2004 rel.tal	Vårvete kg/ha	rel. tal
A	123	83	4740	100
B	73	49	5450	115
C	92	55	5230	110
D	139	32	5400	114
E	52	54	5320	112

Försöket var beläget på en styv lera med ca 50 % ler i matjorden och en mullhalt strax över 3 %. Denna jord kan ofta vara relativt

svårbearbetad. Hösten 2003 var marken mycket torr och hård och vi hade problem med de grunda bearbetningarna som gjordes strax efter skörd. Det tunga tallriksredskapet gick knappt ned över huvudet. Ecomaten gick däremot ned men var då svår att hålla rätt djup med.

Grund stubbearbetning med Ecomat strax efter sådd följt av djup Ecomat-bearbetning reducerade kvickrotsbeståndet i störst utsträckning. Allra sämst fungerade stubbearbetning med tallriksredskap följt av konventionell plöjning. En delförklaring till det är troligen den dåliga effekten av den tidiga bearbetningen med tallriksredskap i kombination med det mycket höga antalet kvickrotsskott i detta led. Tallriksredskapet gick knappt ned och påverkade därför inte kvickrotsbeståndet särskilt mycket. Den följande, konventionella, plöjningen räckte sedan inte till för att bekämpa det höga antalet kvickrotsskott.

Ledet med tallriksredskap och konventionell plöjning gav också betydligt lägre skörd än övriga led. En förklaring till det är förmodligen den större mängden kvickrot i detta försöksled. Hösten 2004 var antalet kvickrotsskott mer än dubbelt så högt i detta led jämfört med övriga.

Kontaktperson är Urban Svantesson, tel 018-671203.

Ekoskär och Kalk

Urban Svantesson

I två försök undersöks möjligheterna att mekaniskt luckra plogsuleskiktet och att stabilisera den uppkomna luckringen med hjälp av släckt kalk. Luckringen genomfördes i samband med plöjningen med hjälp av ett så kallat ekoskär från Kverneland. Fyra år senare var skörden högst i ledet där kalk blandades in vid luckringen år 2000.

Hösten 2000 lades två försök i serie **R2-4124** ut på Ultuna med syfte att undersöka mekanisk luckring av plogsuleskiktet samt möjligheterna att stabilisera den uppkomna luckringen med släckt kalk. Försöken ligger i omedelbar anslutning till varandra på Ultuna utanför Uppsala och jordarten utgörs av en styv lera. Försöksleden redovisas i tabellerna 14 och 15.

Luckringen genomfördes i samband med plöjningen med hjälp av ett så kallat ekoskär från Kverneland. Ett ekoskär monterades på varje plogkroppens undersida. Ekoskåret arbetade tio cm djupt och luckringen nådde därmed tio cm under plogdjupet. Försöken plöjdes till ca 20 cm och det betyder att skiktet 20-30 cm luckrades. Ekoskårets arbetsbredd var 22 cm vilket innebar att drygt halva plogbredden luckrades då tiltbredden var 40 cm. I två led per försök spreds släckt kalk direkt i fåran. För att få en jämn utmatning av kalken slammades den först upp i en tank och pumpades sedan ut direkt på plogfärornas botten i samband med plöjningen. I ledet med Ekoskär blandades den slammade kalken direkt in i det luckrade skiktet. Kalkgivan var i dessa led cirka 4,4 ton/ha. I ett av de två försöken spreds dessutom kalk över hela markytan före plöjning hösten 2000. Kalkgivan var då cirka 4 ton/ha.

Resultat och diskussion

År 2004 kunde intressanta och tydliga skördeskillnader ses. Dessa redovisas i tabellerna 14 och 15. I båda försöken var skörden högst i försöksledet som luckrades med ekoskär hösten 2000 och samtidigt fick slammad, släckt, kalk tillförd direkt i det

luckrade skiktet. Skillnaden gentemot övriga led var relativt stor. Under år 2004 gjordes inga markfysikaliska mätningar men resultat från 2003 visade på högre infiltration av vatten i det luckrade skiktet i detta försöksled.

I tidigare försök med mekanisk alvluckring har det ofta visat sig att effekterna av luckringen försvinner efter något år. Därför är det mycket intressant att se positiva skörderesultat år 2004 av luckringsåtgärder som gjordes hösten 2000.

Skörderesultatet från 2004 och infiltrationsmätningarna som gjordes 2003 tyder på att vi med hjälp av släckt kalk lyckades stabilisera luckringen som gjordes av plogsuleskiktet hösten 2000. Den högre skörden är förmodligen ett resultat av förbättrad dränering/luftning av marken och en större mängd stabila sprickor och håligheter som gynnar rotutvecklingen. Kontaktperson är Urban Svantesson, tel. 018-671203

Tabell 14. Skörd år 2004 i försöket med kalk på markytan hösten 2000

Havre	kg/ha
A1. Plöjning	5600
B1. Plöjning med ekoskär år 1	5560
C1. Plöjning med ekoskär år 1 och 2	5690
D1. Plöjning med ekoskär år 1, 2 och 3	5540
E1. Plöjn. m. ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	5980
F1. Plöjning + kalk i fåran år 1	5660

Tabell 15. Skörd år 2004 i försöket utan kalk på ytan

Havre	kg/ha
A2. Plöjning	5380
B2. Plöjning med ekoskär år 1	5180
C2. Plöjning med ekoskär år 1 och 2	5320
D2. Plöjning med ekoskär år 1, 2 och 3	5050
E2. Plöjn. m. ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	5730
F2. Plöjning + kalk i fåran år 1	5430

Grund bearbetning på hösten till höst- och vårsäd

Urban Svantesson

Hösten 2000 och 2001 startades två försök där grund bearbetning med Carrier på hösten jämfördes med konventionell höstplöjning. Till höstvetete fungerade bearbetning med Carrier bäst på en styv lera men vid odling av vårsäd erhöles högst skörd på en lättlera.

I två försök studerades hur grund bearbetning med Väderstads Carrier på hösten fungerade jämfört med konventionell höstplöjning. Det ena försöket vårsåddes och utgör försöksserie **R2-4122**. Det andra försöket höstsåddes och utgör försöksserie **R2-4125**. Dessa två försök har legat på en lättlera (ca 15 % ler) och på en styv lera (ca 40-45 % ler). Av praktiska och växtföljdmässiga skäl har de två försöken omväxlande legat på respektive försöksplats. De år som det vårsåts på försöksplatsen har försöket således ingått i serie R2-4122 och de år som grödan höstsåts har försöket ingått i försöksserie R2-4125. På den styva leran gjordes de första försöksmässiga bearbetningarna hösten 2000 och på lättleran startade försöket ett år senare.



Väderstads Carrier består av en tung vält kombinerat med ett förredskap kallat System Disc. Förredskapet utgörs av två rader, tätt monterade, skälade tallrikar.

Försöksleden redovisas i tabell 16. Varje höst gjordes den första bearbetningen med respektive redskap strax efter skörd och den andra ca 4 veckor senare. Vältningen av led A och C gjordes direkt efter den första bearbetningen. Endast det plöjda ledet harvades före sådd. Handelsgödsel och kemiskt växtskydd användes efter behov. Bearbetningsdjupen var följande: *plog 22-24 cm, kultivator 10-15 cm, tallriksredskap 10-13 cm, Carrier 5-7 cm.*

Resultat och slutsats

När försöken startades diskuterades risken för att det efterhand skulle bildas ett hårt skikt strax under Carrierns bearbetningsdjup. För att undersöka om de fyra respektive tre årens bearbetningar hade resulterat i en "Carriersula" mättes markens penetrationsmotstånd i skiktet 0 - 30 cm. Mätningarna gjordes efter skörd år 2004. På den styva försöksplatsen som bearbetats försöksmässigt sedan hösten 2000 var motståndet något högre i detta led på ca 10 cm djup. Skillnaden var dock relativt liten gentemot övriga led. På den lätta jorden som bearbetats försöksmässigt sedan hösten 2001 var motståndet i detta skikt högre i leden som har bearbetats med tallriksredskap. Sammantaget pekar resultaten från penetrometermätningarna på att de grunda Carrier-bearbetningarna inte ger någon utpräglad och problematisk sula strax under bearbetningsdjup. Dock skall man vara medveten om att den grundare bearbetningen innebär att matjordens djupare del inte luckras och därmed blir betydligt mer kompakt än vad den blir om man plöjer eller kultiverar till större djup.

I tabellerna 16 och 17 redovisas skörderesultaten. I det vårsådda försöket var skörden 2004 högst i det konventionellt plöjda och såbäddsberedda ledet. Skillnaden gentemot övriga led var dock ej statistiskt säkert. Det vårsådda försöket låg i år på den styva försöksplatsen och medelskörden för de båda år som det vårsåts på denna plats var 2 - 6 procentenheter högre i det höstplöjda ledet jämfört med övriga led. På lättleran har det endast vårsåts en gång och då var skörden högst i de två leden som bearbetades med Carrier två gånger respektive Carrier +

kultivator. Medelskörden för "samtliga vårsådder" var 4 procentenheter lägre i ledet som bearbetades med Carrier två gånger jämfört med det höstplöjda ledet. En anledning till den högre skörden (i det höstplöjda ledet) på den styva försöksplatsen var förmodligen det faktum att det var det enda ledet som bearbetades före sådd på våren. Det gav förmodligen mer finjord och därmed bättre gröningsbetingelser och avdunstningsskydd.

Även i det höstsådda försöket som var beläget på en lättjord var skörden högst i det plöjda ledet. Här var skillnaden gentemot övriga led dessutom mycket stor och statistiskt säker. Den största anledningen till dessa skördeskillnader var förmodligen de övervintringssvampar som drabbade försöksrutorna med skörderester på markytan.

Dvs i stort sett alla rutor utom de höstplöjda. Medelskörden av höstvetet på lättleran var betydligt högre i det höstplöjda ledet än i övriga led. På den styva försöksplatsen var ledskillnaderna mindre och de led som i medeltal gav högst skörd var de två leden med kultivering. I medeltal gav dessa 1 - 3 %-enheter högre skörd än det plöjda ledet och Carrier-leden.

Man bör dock vara försiktig med att dra alltför långtgående slutsatser av dessa försök då höstvetet endast odlats två säsonger på varje försöksplats och vårsädd två gånger på den ena försöksplatsen och endast en gång på den andra.

Kontaktperson är Urban Svantesson, tel. 018-671203.

Tabell 16. Skörd av vårsädd i R2-4122, kg/ha och relativtal (plöjning = 100)

	2004 40-45 % ler Havre	2003 15 % ler Korn	Medelskörd 40-45 % ler 2001+2004	Medelskörd Båda platserna 2001-2004
A. Tallriksredskap 2 ggr + vältning	97	96	95	95
B. Tallriksredskap 2 ggr	97	99	97	97
C. Kultivator 2 ggr + vältning	98	96	98	97
D. Kultivator 2 ggr	98	98	98	98
E. Carrier 1 ggr + kultivator 1 g.	96	104	94	97
F. Carrier 2 ggr	97	101	94	96
G. Konventionell plöjning	7410=100	5100=100	6450=100	6000=100
Minsta signifikanta skillnad ($p < 0,05$)	n. s.	n. s.		

Tabell 17. Skörd av höstvetet i R2-4125, kg/ha och relativtal (plöjning = 100)

	2004 15 % ler	Medelskörd 15 % ler 2002+2004	Medelskörd 40-45 % ler 2002+2003	Medelskörd Båda platserna 2002-2004
A. Tallriksredskap 2 ggr + vältning	66	83	95	89
B. Tallriksredskap 2 ggr	66	84	94	89
C. Kultivator 2 ggr + vältning	70	85	102	93
D. Kultivator 2 ggr	69	86	101	93
E. Carrier 1 ggr + kultivator 1 g.	78	90	99	94
F. Carrier 2 ggr	77	90	98	93
G. Konventionell plöjning	5360=100	6480=100	5640=100	6060=100
Minsta signifikanta skillnad ($p < 0,05$)	460			

Bearbetningsresultat efter plöjning som funktion av markens vattenhalt och markens fysikaliska kvalitet

Thomas Keller, Johan Arvidsson och Anthony R. Dexter

Fyra olika jordar plöjdes vid olika vattenhalter hösten 2003. Bearbetningsresultat mättes i form av aggregatstorleksfördelning genom sällning av den bearbetade jorden. För de fyra jordar var den optimala vattenhalten, θ_{opt} , nära vattenhalten vid pF-kurvans inflexionspunkt. Vid högre eller lägre vattenhalter än θ_{opt} producerades mera stora och mindre små aggregat. Ju bättre kvalitén på jorden (karakteriserad med indexet för markens fysikaliska kvalitet, S) var, desto mer små aggregat producerades vid plöjning.

Inledning

Det är viktigt att genomföra jordbearbetning vid optimala fältförhållanden för att få ett så bra bearbetningsresultat som möjligt. Om jorden är för blöt när den bearbetas produceras stora jordklumpar och markens struktur förstörs; om jorden bearbetas under för torra förhållanden krävs det stora mängder energi och stora jordklumpar produceras.

Bearbetningsresultatet är optimalt vid en viss vattenhalt, som kallas för den optimala vattenhalten för bearbetning, θ_{opt} . Vid θ_{opt} är andelen producerade små aggregat störst, eller omvänt, andelen producerade jordklumpar minst. Vid θ_{opt} är alltså ytan av de producerade aggregaten störst.

Dexter & Bird (2001) definierar θ_{opt} som funktion av markens pF-kurva: θ_{opt} är lika med vattenhalten vid pF-kurvans inflexionspunkt, θ_{infl} (figur 14).

Förutom vattenhalten påverkas bearbetnings-

resultaten av faktorer som bland annat jordart, bearbetningssystem och markpackning. Dexter (2004a, b, c) föreslår ett index för markens fysikaliska kvalitet, som också kallas för S -värde. S är lika med lutningen av pF-kurvan vid inflexionspunkten (figur 14).

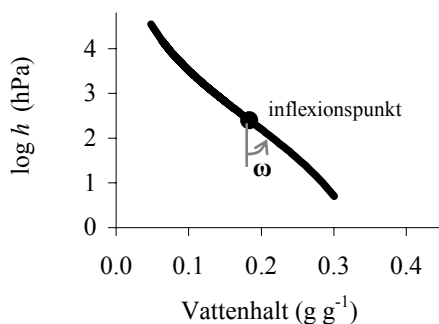
Målet med denna undersökning var att (a) studera bearbetningsresultat vid plöjning för fyra jordar i Uppsala, och (b) relatera bearbetningsresultat till indexet för markens fysikaliska kvalitet, S .

Material och metoder

Fyra olika jordar på Ultuna och Säby i Uppsala plöjdes vid olika vattenhalter (vid olika datum) under hösten 2003. Jordarnas lerhalt varierade mellan 22 och 54% (tabell 18). Plöjning (konventionell plöjning) utfördes i spannmålsstubb till 20 cm djup med en tre-skärig växelplog.

På varje jord bestämdes pF-kurvan på jordprov som togs ut från den oplöjda marken. Därefter bestämdes θ_{infl} samt S -värdet (tabell 18).

Aggregatstorleksfördelning av den bearbetade jorden bestämdes genom att sälla den bearbetade jorden. Utifrån aggregatstorleksfördelningen beräknades den specifika arean av den producerade ytan.

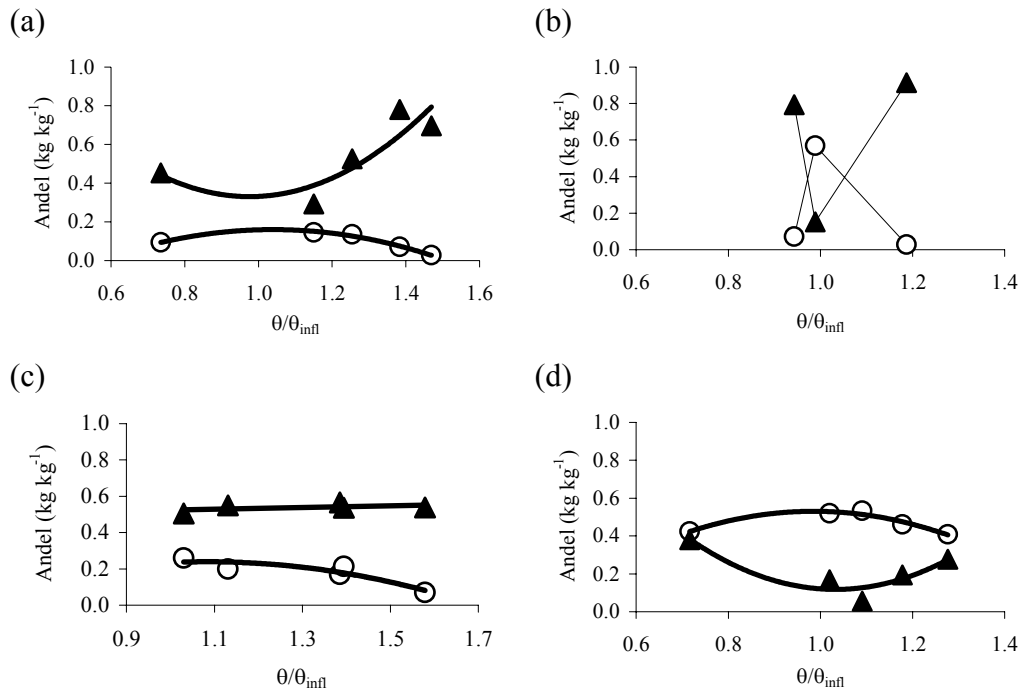


Figur 14. Exempel på en pF-kurva; inflexionspunkt och lutningen av pF-kurvan vid inflexionspunkten, $\tan \omega$.

Tabell 18

Lerhalt, θ_{infl} och S för de fyra jordarna

Jord	% ler	θ_{infl} (g g^{-1})	S
Säby 1	22	0.224	0.044
Säby 2	36	0.220	0.030
Ultuna 1	43	0.211	0.025
Ultuna 2	54	0.265	0.041



Figur 15. Andelen små aggregat < 8 mm (vita circlar) och stora aggregat > 32 mm (svarta trianglar) producerad vid plöjning som funktion av den normaliserade vattenhalten, θ/θ_{infl} . (a) Ultuna 1; (b) Ultuna 2; (c) Säby 1; (d) Säby 2.

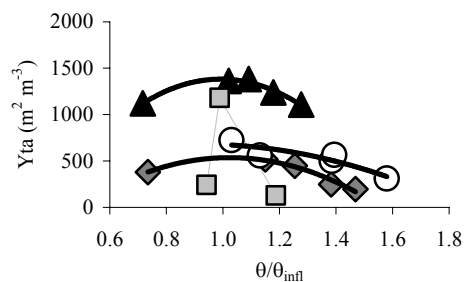
Resultat och diskussion

Andelen små aggregat (< 8 mm) och andelen stora aggregat (> 32 mm) visas i figur 15. I figur 15 visas vattenhalten, θ , som relativ vattenhalt i förhållandet till θ_{infl} . Andelen små aggregat hade ett maximum och andelen stora aggregat ett minimum kring $\theta/\theta_{infl} = 1$. Vid högre eller lägre vattenhalter var andelen små aggregat lägre och andelen stora aggregat större. Likaså var ytan av de producerade aggregaten störst kring θ_{infl} (figur 16).

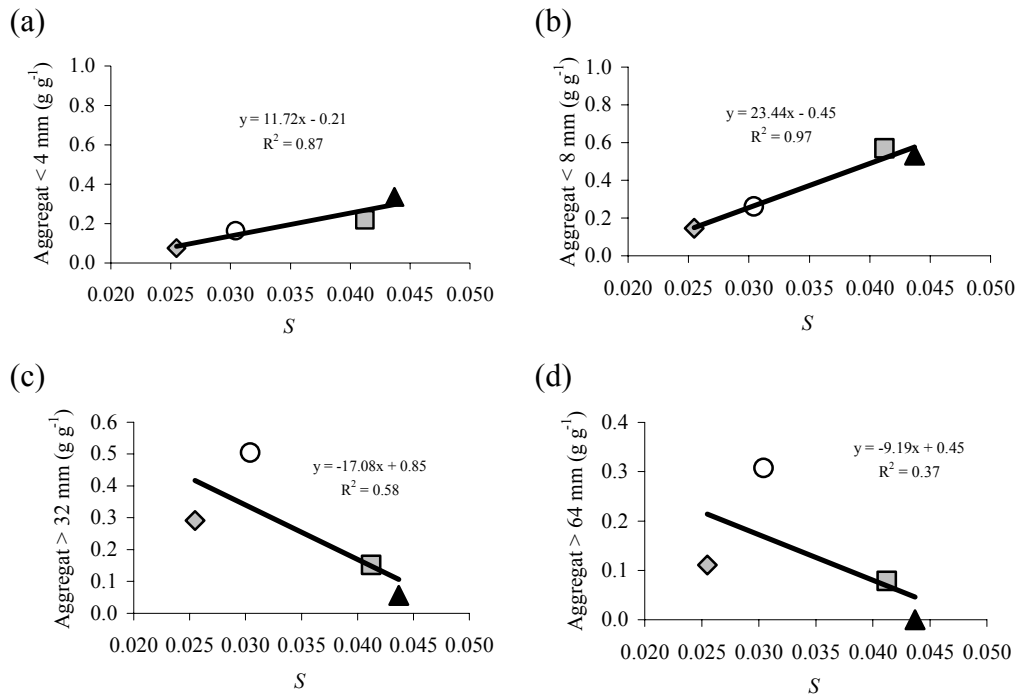
Resultaten stödjer teorin av Dexter & Bird (2001): $\theta_{opt} \approx \theta_{infl}$. Traditionellt har θ_{opt} uppskattats från jordens vattenhalt vid den lägre plasticitetsgränsen, θ_{PL} . Utifrån flera studier hittades $\theta_{opt} \approx 0.9 \theta_{PL}$. Till skillnad mot θ_{infl} är dock θ_{PL} ej en egenskap av ostörd jord i fält. Dessutom är många sandiga jordar ej plastiska och har därför ingen plasticitetsgräns.

Relationen mellan andelen aggregat < 4 och < 8 mm respektive > 32 och > 64 mm som producerades vid θ_{opt} och indexet av markens

fysikaliska kvalitet, S , visas i figur 17. Ju högre S , dvs. ju bättre markens kvalitet, desto flera små aggregat (och följaktligen desto mindre stora aggregat) produceras vid bearbetning. Detta visas också i figur 18, där ytan av de producerade aggregaten vid θ_{opt} visas som funktion av S . Ytan är större ju högre S är.



Figur 16. Ytan av de producerade aggregaten som funktion av den normaliserade vattenhalten, θ/θ_{infl} .

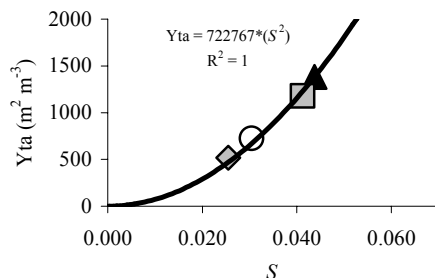


Figur 17. Andelen producerade aggregat vid plöjning vid θ_{opt} som funktion av S . (a) aggregat < 4 mm; (b) aggregat < 8 mm; (c) aggregat > 32 mm; (d) aggregat > 64 mm.

Slutsatser

För de fyra jordarna var den optimala vattenhalten för bearbetning, θ_{opt} , kring vattenhalten vid pF-kurvans inflexionspunkt.

Det fanns ett starkt samband mellan ytan av de producerade aggregaten vid θ_{opt} och indexet för markens fysikaliska kvalitet, S . Bearbetningsresultatet är desto bättre, dvs. andelen små aggregat är högre, ju bättre markens fysikaliska kvalitet är.



Figur 18. Ytan av de producerade aggregaten vid θ_{opt} som funktion av S .

Tack

Detta arbete var finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning SLF. Ett stort tack till Berth Mårtensson och Christina Öhman för deras hjälp i fält respektive på laboratoriet.

Referenser

- Dexter, A.R., 2004a. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma* 120, 201-214.
- Dexter, A.R., 2004b. Soil physical quality: Part II. Friability, tillage, tilling and hard-setting. *Geoderma* 120, 215-225.
- Dexter, A.R., 2004c. Soil physical quality: Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. *Geoderma* 120, 227-239.
- Dexter, A.R., Bird, N.R.A., 2001. Methods for predicting the optimum and the range of water contents for tillage based on the water retention curve. *Soil & Tillage Research* 57, 203-212.

SÅBÄDDSDEREDNING OCH YTSKIKTETS FUNKTION

Såbäddsberedningen är ett kritiskt moment inom växtodlingen, då det gäller att få en säker groning och förhindra avdunstning från marken. Ämnet har varit föremål för omfattande studier vid avdelningen för jordbearbetning, bl.a. modellstudier av såbäddens funktion (olika aggregatstorlekar, sådjup, vattenhalter i såbädden m.m.).

Fältförsöken är främst inriktade på följande problemställningar:

- att anpassa såbäddsberedningen med avseende på jordart, gröda, klimat och odlingssystem
- att vara med och utveckla ny såteknik, speciellt sådan som är bättre lämpad för plöjningsfri odling
- att studera verkan av tidig sådd och en förenklad såteknik

De försök som f.n. pågår inom detta område är (startår inom parentes):

R2-5070	Försök med Ecomat Seeder	(1999)
R2-4123	Vårsådd vid utebliven höstbearbetning med fånggröda	(2001)
R2-4122	Minimerad höstbearbetning till vårsådd	(2001)
R2-4121	Försök med Väderstads Rexius Twin	(2000)
R2-4024	Bearbetningssystem i vårraps på olika jordar	(2002)
R2-7305	Vårsådd med frontredskap	(2004)

Grund vårbearbetning med Kvernelands Ecomat

Urban Svantesson

I tre fältförsök prövas grund vårbearbetning med Kvernelands Ecomat. I försöken prövas även Kvernelands Ecomat Seeder, vilket är ett system som innebär att bearbetning och sådd sker i samma överfart. För att undersöka hur dessa bearbetningssystem fungerar på olika jordar är försöken belägna på platser med 16, 30 respektive 36 % ler i matjorden. Grund vårbearbetning har fungerat mycket bra på alla försöksplatserna.

Sedan tre växtsäsonger prövas grund vårbearbetning med Kvernelands Ecomat i tre fältförsök i serien **R2-5070**. Ecomaten är ett nytvecklade redskap som är speciellt konstruerat för grund bearbetning. På redskapet finns även en belastad tiltpackare integrerad. I försöken prövas också Kvernelands Ecomat Seeder som består av en Ecomat med en såenhet monterad på den belastade tiltpackaren. Med detta system sker bearbetning och sådd i samma överfart. För att undersöka hur grund vårbearbetning fungerar på olika jordar är försöken placerade på tre olika jordar med lerhalterna 16, 30 respektive 36 %.

Följande led ingick i försöken:

- A. Höstplöjning + konventionell såbäddsberedning
- B. Vårplöjning + konventionell såbäddsberedning
- C. Ecomat Seeder
- D. Ecomat Seeder + vältning
- E. Vårbearb. m. Ecomat + 1 sladdning + sådd
- F. Vårbearb. m Ecomat + 1 sladdning + sådd + vältning

Bearbetningsdjupen var:

- Höstplöjning ca 22 cm
- Vårplöjning ca 22 cm
- Vårbearbetning med Ecomat ca 12 cm
- Ecomat Seeder ca 12 cm

Led A, B, E och F såddes med en såmaskin med släpbillar (Nordsten). Försöken drevs konventionellt i den meningen att handelsgödsel och kemiskt växtskydd användes efter behov.



Resultat och diskussion

Omedelbart efter sådd gjordes såbäddsundersökningar i de två försöken med högst lerhalt (36 respektive 30 %) och resultaten från dem redovisas i tabellerna 19 och 20.

Tabell 19. **Såbäddsundersökning på 36 % lera.**

Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt signifikant skilda på 5 % - nivån

Led	Aggregatfördelning			Vattenhalt	
	<5 mm %	2-5 mm %	<2 mm %	Såbädd vikt%	Såbotten vikt%
A	71 b	37 a	34 a	7 c	23 a
B	30 a	18 b	12 c	5 c	21 b
C	36 a	22 b	14 bc	16 a	25 a
E	46 a	25 b	21 b	11 b	24 a

Tabell 20. **Såbäddsundersökning på 30 % lera.**

Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt signifikant skilda på 5 % - nivån

Led	Aggregatfördelning			Vattenhalt	
	<5 mm %	2-5 mm %	<2 mm %	Såbädd vikt%	Såbotten vikt%
A	76 c	25a	51 a	9 b	28 a
B	52 b	25a	27 b	8 b	20 b
C	33 a	19a	14 c	16 a	29 a
E	49 b	27a	22 b	18 a	28 a

Resultaten från såbäddsundersökningarna stämde väl överens med resultat från tidigare år. Enligt gammal erfarenhet bör en bra såbädd bestå av minst 50 % aggregat mindre

än 5 mm. Försöksleden som bearbetades grund med Ecomat och därefter endast sladdades en gång före sådd nådde nästan upp till denna kvalitetsgräns. Men det konventionellt vårplöjda ledet klarade inte det på den styvaste försöksplatsen trots fyra harvningar före sådd. På den något mindre styva försöksplatsen erhöles dock en godtagbar såbbädd efter tre harvningar i det konventionellt vårplöjda ledet. Såbbäddarna i det höstplöjda ledet innehöll överlägset störst andel finjord vilket kunde förväntas med tanke på vinterns strukturfrämjande tjälcykler. Intressant att notera är den stora skillnaden mellan Ecomat Seeder-ledet och Ecomatledet med en sladdning och separat sådd. Den enda sladdningen och den separata sådden

resulterade i betydligt större andel små aggregat i såbbädden.

Skörderesultaten redovisas i tabellerna 21 och 22. Grund vårbearbetning med Ecomat och separat sådd fungerade bra på alla försöksplatserna år 2004. Tittar man på medelskördarna över åren 2002 - 2004 ser man att grund vårplöjning med Ecomat och separat sådd gett lika eller högre skörd än konventionell höstplöjning på samtliga försöksplatser. Leden med Ecomat Seeder har inte fungerat lika bra. På mellanlerorna gav dessa led 4 till 10 % lägre skörd än det höstplöjda ledet år 2004.

Kontaktperson är Urban Svantesson, tel. 018-671203.

Tabell 21. Skörd (kg/ha) år 2004

Lerhalt	16 %	Rel. tal	30 %	Rel. tal	36 %	Rel. tal	Medel	Rel. tal
	Korn		Korn		Korn			
A. Höstplöjn. + konv. såbbäddsberedn.	5110	100	6460	100	5610	100	5730	100
B. Vårplöjn. + konv. såbbäddsberedn.	4870	95	6130	95	5020	89	5340	93
C. Ecomat Seeder	4950	97	5790	90	5060	90	5270	92
D. Ecomat Seeder + vältning	5200	102	6230	96	5370	96	5600	98
E. Vårbearb. med Ecomat	5020	98	6590	102	5470	98	5690	99
F. Vårbearb. med Ecomat + vältning	5280	103	6560	102	5450	97	5760	101
Minsta signifikanta skillnad ($p < 0,05$)	n. s.		250		n. s.			

Tabell 22. Medelskörd (kg/ha) av vårsäd åren 2002 - 2004

Lerhalt	16 %	Rel. tal	30 %	Rel. tal	36 %	Rel. tal	Medel	Rel. tal
	A. Höstplöjn. + konv. såbbäddsberedn.	5110	100	6660	100	5670	100	5810
B. Vårplöjn. + konv. såbbäddsberedn.	5240	103	6300	95	5160	91	5570	96
C. Ecomat Seeder	*	*	*	*	*	*	*	*
D. Ecomat Seeder + vältning	*	*	*	*	*	*	*	*
E. Vårbearb. med Ecomat	5300	104	6750	101	5700	100	5920	102
F. Vårbearb. med Ecomat + vältning	5360	105	6850	103	5820	103	6010	103

*Inga medelvärden redovisas för leden C och D eftersom dessa led endast ingått i försöket år 2003-2004. Tidigare bestod dessa led av Kvernelands Såplog

Vårsådd vid utebliven höstbearbetning med fånggröda

Urban Svantesson

I tre försök prövades hur grund bearbetning på våren fungerade vid utebliven höstbearbetning i kombination med insådd fånggröda. För att pröva detta system på olika jordar var försöken placerade på tre platser med lerhalterna 20, 30 respektive 40 %. Resultaten av fyra års försök pekar på att det är fullt möjligt att ersätta höstplöjningen med en grundare bearbetning på våren utan att äventyra skörden.

Tidpunkt för primärbearbetning och förekomst av fånggröda har stor betydelse för kväveläckaget från åkermarken. Senarelagd bearbetning och insådd av fånggröda har i försök visat sig minska kväveläckaget betydligt. Samtidigt vet vi av gammal erfarenhet att vårplöjning på jordar med lite högre lerhalt ofta ger ett dåligt resultat. Därför startades tre försök hösten 2000 med avsikt att undersöka möjligheterna att ersätta höstplöjningen med grund bearbetning på våren, **R2-4123**. Försöken var belägna utanför Uppsala på jordar med lerhalterna 20, 30 respektive 40 %. Den grunda bearbetningen gjordes med en Carrier, som är ett relativt nytt redskap från Väderstads-Verken AB.



Väderstads Carrier består av en tung vält kombinerat med ett förredskap kallat System Disc. Förredskapet utgörs av två rader, tätt monterade, skälade tallrikar.

Nedan redovisas försöksleden som ingick i de tre försöken.

- A. Höstplöjning + harvning
- B. Vårplöjning + harvning
- C. Carrier 1 gång
- D. Carrier 2 gånger
- E. Direktsådd med Väderstad Rapid
- F. Tallriksredskap 2 gånger + harvning

År 2001 och 2002 bestod led E av vårplöjning + såbäddsberedning med Rexius Twin.

Alla tre försöken drevs konventionellt, d v s handelsgödsel och kemiskt växtskydd användes efter behov. All bearbetning utom höstplöjning gjordes på våren. Bearbetningsdjupen var följande:

Plöjning	22-24 cm
Tallriksredskap	10-13 cm
Carrier	5-7 cm

I samband med varje vårsådd såddes en fånggröda (timotej, ängssvingel, rödklöver) in som sedan sprutades bort följande vår. Till sådden användes en såmaskin med skivbillar (Väderstad Rapid).

Resultat och diskussion

I tabellerna 23 och 24 redovisas skörden 2004 och medelskördarna över åren 2001 - 2004.

Medelskördarna från de fyra år som försöken legat visar att grund vårbearbetning med Carrier har fungerat mycket bra på mellanleran. Där har Carrier-leden i medeltal gett 6 till 7 % högre skörd än det höstplöjda ledet. På de två övriga platserna, dvs lättleran och den styva leran gav bearbetning med Carrier några procentenheter lägre skörd än det konventionellt höstplöjda ledet. På den styva försöksplatsen var förklaringen troligen den bättre såbädden som erhållits i det höstplöjda ledet. Den har gett både bättre uppkomst och bättre avdunstningsskydd.

Men trots den något lägre skörden i Carrier-leden på lättleran och den styva leran så kan

man konstatera att skördenivån, på samtliga försöksplatser, i stort sett bibehållits trots utebliven höstbearbetning och insådd av fånggröda.

så in fånggröda och ersätta höstplöjningen med grund bearbetning på våren.

Kontaktperson är Urban Svantesson, tel. 018-671203.

Dessa resultat pekar på att det är fullt möjligt att, även på jordar med lite högre lerhalt, både

Tabell 23. Skörd av havre år 2004

Lerhalt	20 % kg/ha	Rel. tal	30 % kg/ha	Rel. tal	40 % kg/ha	Rel. tal	Medel kg/ha	Rel. tal
A. Höstplöjning + harvning	4970	100	5670	100	5280	100	5310	100
B. Vårplöjning + harvning	4600	92	5440	96	4230	80	4760	90
C. Carrier 1 gång	4760	96	5750	102	5010	95	5170	97
D. Carrier 2 gånger	4610	93	5540	98	4920	93	5020	95
E. Direktsådd med Väderstad Rapid	4740	95	5450	96	5270	100	5150	97
F. Tallriksredskap 2 gånger + harvning	4740	95	5530	98	5090	96	5120	96
Minsta signifikanta skillnad ($p < 0,05$)	n. s.		n. s.		410			

Tabell 24. Medelskörd av vårsäd åren 2001 - 2004

Lerhalt	20 % kg/ha	Rel. tal	30 % kg/ha	Rel. tal	40 % kg/ha	Rel. tal	Medel kg/ha	Rel. tal
A. Höstplöjning + harvning	5030	100	4890	100	5060	100	4990	100
B. Vårplöjning + harvning	4940	98	5100	104	4400	87	4810	96
C. Carrier 1 gång	4890	97	5230	107	4880	96	5000	100
D. Carrier 2 gånger	4900	97	5180	106	4930	97	5000	100
E. Direktsådd med Väderstad Rapid	*		*		*		*	
F. Tallriksredskap 2 gånger + harvning	4830	96	5180	106	4960	98	4990	100

*Inga medelvärden redovisas för led E eftersom detta led bestod av vårplöjning och såbäddsberedning med Rexius Twin år 2001 och 2002

Försök med Väderstads Rexius Twin

Urban Svantesson

På våren som en böna och på hösten som en höna... Hur finbrukad bör en såbädd till höstvetete vara? Under fyra år har intensiv såbäddsberedning jämförts med en eller två bearbetningar med Rexius Twin. Den intensiva såbäddsberedningen gav i medeltal ett par procent högre skörd men ökade också risken för att markytan skulle slamma igen.

Hösten 2000 startades ett försök där intensiv såbäddsberedning jämförs med en betydligt extensivare behandling bestående av en eller två överfarter med Rexius Twin, R2-4120. Försöket var alla år beläget på jordar med lerhalter på ca 40%.



Rexius Twin består av en Twinvält med Crossboardplanka och två rader Ripperpinnar. Modellen som användes i försöken vägde ca 1460 kg per meter arbetsbredd.

Hösten 2003 var marken hård och svårbearbetad och därför krävdes fyra harvningar och två bearbetningar med en Crosskill-vält för att få tillräckligt fint bruk i

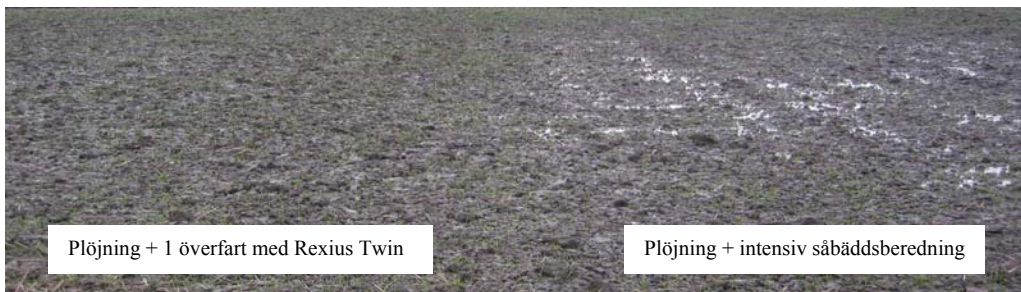
led A. Led B bearbetades endast en gång med Rexius Twin.

Resultat och slutsats

Skörderesultaten från de fyra försöksåren redovisas i tabell 25. 2004 gav ledet med intensiv såbäddsberedning betydligt högre skörd än de övriga leden. En anledning till den högre skörden var förmodligen den bättre etableringen som kunde ses i det intensivt bearbetade ledet. Tidigare år har skördeskillnaderna mellan de olika behandlingarna varit mindre. I medeltal har den intensiva såbäddsberedningen endast gett ett par procentenheter högre skörd än Rexius Twin-ledet. Den högre skörden har förmodligen inte täckt de högre kostnaderna förknippade med den intensiva såbäddsberedningen. Den finbrukade såbädden i det intensivt bearbetade ledet innebär även en ökad risk för slamning vilket kunde ses den nederbördsrika hösten 2004 (se bild nedan). Kontaktperson är Urban Svantesson, tel. 018-671203.

Tabell 25. Skörd, kg/ha och relativtal i försöksserie R2-4120

	2004	Medel 2001-2004
A. Plöj. + intensiv såbäddsberedning	5100=100	5900=100
B. Plöj. + Rexius Twin	92	98
C. Plöj. + tallriksr. 2 ggr + 1 harv.	92	97



Bearbetningssystem i vårraps på olika jordar

Ararso Etana

För att undersöka och jämföra olika bearbetningsmetoder vid etablering av vårraps startades år 2001 försöksserien R2-4126. Hittills har vi utfört 8 försök, där konventionell sådd efter höstplöjning jämförts med olika bearbetningssystem på våren utan någon plöjning på hösten. De redskap som använts för vårbearbetning är Väderstad Carrier och ett konventionellt tallriksredskap. Väderstad Carrier ger en förhållandevis aggressiv men grund bearbetning av matjorden till 5-7 cm djup. Redskapet kan ge goda resultat även på fält med fånggrödor. Detta betyder att användningen av glyfosat borde kunna minskas om fånggrödan inte måste sprutas ner för att det ska gå att bearbeta.

År 2001 (skördeår = 2002) utlades två fältförsök, ett på lättlera och ett på mellanlera. Åren 2002 och 2003 genomfördes tre försök årligen ett på lättlera, ett på mellanlera och ett på styv lera. Alla försök var belägna på Ultuna egendom, utanför Uppsala. Följande behandlingar ingår:

- A) Höstplöjning + konventionellt vårbruk
- B) Glyfosat, direktsådd med Rapid (skivbillar)
- C) Glyfosat, Rexius Carrier, 2 gånger, sådd med Nordsten (släpbillar)
- D) Tallriksredskap, sådd med Rapid, 2 gånger.
- E) Rexius Carrier, sådd med Rapid, 2 gånger
- F) Glyfosat, Rexius Carrier, 2 gånger, sådd med Rapid

Två veckor före bearbetning och sådd behandlades led B, C och F med glyfosat för att avdöda fånggrödan. Åren 2002 och 2004 genomfördes sådden ganska tidigt, den 24:e respektive 28:e april då matjorden var väl upptorkad. År 2003 såddes försöken senare, den 15 maj. I försöken undersöks markfysikaliska parametrar såsom penetrationsmotstånd, såbbäddsegenskaper och skrymdensitet. Ogräs- och planträkning genomförs före kemisk ogräsbekämpning.

Resultat

Markfysikaliska egenskaper

I figur 19 anges aggregatstorleksfördelning i såbbädden i försök på mellanlera. I genomsnitt gav ytbearbetning grövre såbbädd än höstplöjning + konventionellt vårbruk, men fortfarande var andelen grova aggregat (> 5 mm) mindre än 50 %, vilket är ganska bra även vid sådd av småfröiga växter.

I figur 20 redovisas penetrationsmotstånd, som varierade mellan åren pga markfuktighet men i genomsnitt fanns inga stora skillnader mellan leden..

Årsmånsskillnader

Vid tidig upptorkning, som var fallet år 2002, kan ytbearbetning på våren vara ett konkurrenskraftigt alternativ till höstplöjning. I genomsnitt var skörden för 2002 mycket högre än de för 2003 och 2004 (tabell 26, 27 & 28). Det kan delvis förklaras med att sådden 2002 skedde tre veckor tidigare än sådden för 2003. Direktsådd år 2002 gav lägst skörd, men år 2003 och 2004 gav ledet lika hög eller högre skörd än andra led med ytbearbetning.

År 2004 var avkastningarna från lätt- och mellanlera mycket lägre än den från styv lera. Höstplöjning + konventionellt vårbruk gav högst skörd i försöket på styv

lera, men även leden med direktsådd och Carrier var konkurrenskraftiga.

applicering av glyfosat lika hög skörd som konventionell bearbetning.. Någon skillnad mellan såmaskiner har ej konstaterats.

I genomsnitt för alla åren gav bearbetning med Carrier med eller utan föregående

Tabell 26. Skörd i relativtal (höstplöjning=100) i försöksserien R2-4126 för skördeår 2002

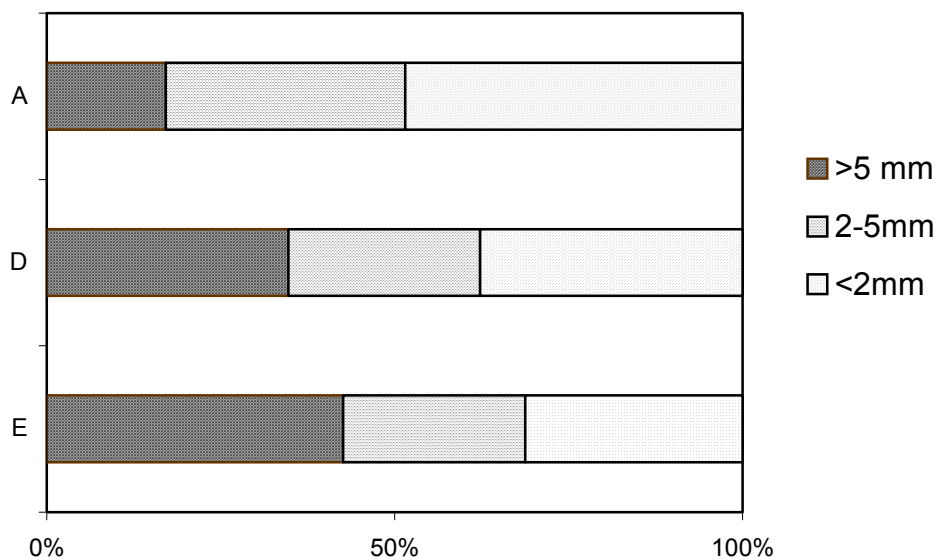
Led	Lättlera	Mellanlera	Medeltal
A) Höstplöjning + konv. vårbruk	3100=100	2790=100	2945=100
B) Glyfosat, direktsådd med Rapid	76	96	86
C) Glyfosat, Rexius Carrier, Nordsten	97	115	106
D) Tallriksredskap, Rapid	111	109	110
E) Rexius Carrier, Rapid	94	106	100
F) Glyfosat Rexius Carrier, Rapid	108	107	107

Tabell 27. Skörd i relativtal (höstplöjning=100) i försöksserien R2-4126 för skördeår 2003

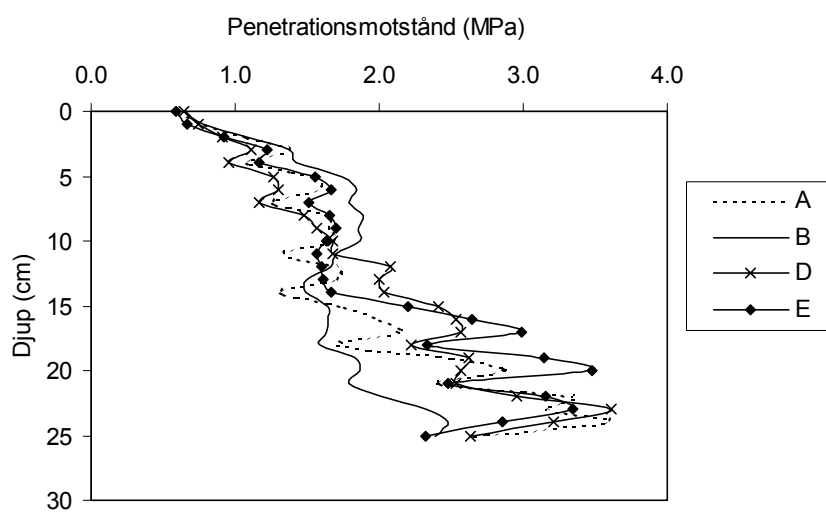
Led	Lättlera	Mellanlera	Styv lera	Medeltal
A) Höstplöjning + konv. vårbruk	1440=100	2070=100	1850=100	1787=100
B) Glyfosat, direktsådd, Rapid	117	69	88	91
C) Glyfosat, Carrier, Nordsten	102	81	88	90
D) Tallriksredskap, Rapid	72	82	95	83
E) Carrier, Rapid	105	69	84	86
F) Glyfosat, Carrier, Rapid	77	90	94	87

Tabell 28. Skörd i relativtal (höstplöjning=100) i försöksserien R2-4126 för skördeår 2004

Led	Lättlera	Mellanlera	Styv lera	Medeltal
A) Höstplöjning + konv. vårbruk	960=100	2090=100	2980=100	2010=100
B) Glyfosat, direktsådd, Rapid	191	115	98	119
C) Glyfosat, Carrier, Nordsten	151	113	81	103
D) Tallriksredskap, Rapid	149	111	87	105
E) Carrier, Rapid	145	111	93	107
F) Glyfosat, Carrier, Rapid	133	119	95	110



Figur 19. Såbäddens aggregatstorleksfördelning i försöket på mellanlera (genomsnitt för tre år, 2002- 2004).



Figur 20. Penetrationsmotstånd i försöket på mellanlera (genomsnitt för tre år, 2002- 2004).

Vårsådd med frontredskap

Johan Arvidsson, Magnus Algotsson, Charlotta Norén

Vårsådd med frontredskap kan reducera antalet överfarter. I ett försök på Ultuna 2004 testades Kerner frontpackare i kombination med sådd med släpbillmaskin. Frontpackaren gav en ganska grov såbädd och något lägre skörd än konventionell såbäddsberedning, dock ej signifikant. Totala energiförbrukningen blev något lägre än för ett konventionellt vårbruk.

Konventionell såbäddsberedning kräver normalt flera överfarter i form av harvning och sådd. En möjlighet att reducera antalet överfarter är att frontmontera redskap för såbäddsberedning. Exempel på ett sådant redskap är Kerner frontpackare, som testades i ett försök med vårsådd på Ultuna 2004, serie R2-7305. Redskapet bestod av en rad snedställda knivar, följt av en harvplanka och en kraftig vält (fig. 21). Efter traktorn gick en konventionell kombisåmaskin utan förredskap, med raka billar för placering av gödning och släpbillar för sådd av utsäde. Såmaskinen var även utrustad med tryckrullar för återpackning av jorden.

Försöket utfördes på en höstplöjd styv lera, som ej hade tilljämnats på hösten, markytan var därför relativt ojämn innan vårbruket.

Försöksplanen innehöll tre led:

A = konventionell såbäddsberedning (två harvningar) och sådd (9 m rutbredd)

B = sådd med Nordsten utan harvning (6 m rutbredd)

C = sådd med Nordsten och frontpackare (6 m rutbredd)

Harven var en konventionell S-pinneharv med 5,4 m arbetsbredd.

Körningen utfördes med en traktor utrustad med bränslemätning. Data registrerades i varje försöksruta med logger. Från bränslemätningarna bestämdes dragkraftsbehovet för de olika redskapen, efter subtraktion av förluster i slirning och rullmotstånd. Slutligen beräknades diesel­förbrukning för körning med de olika redskapen, under antagande att verknings­graden i dieseln med avseende på drag­kraftsuttag, "dragkrokseffekt", är 20 %.



Fig 21. Kerner frontpackare vid körning på besvärlig lera i Västergötland.

Dagen efter sådd gjordes såbäddundersökning. Inom en 40 x 40 cm² stålram bestämdes högsta och lägsta punkt samt bearbetningsdjup. Dessutom bestämdes aggergatstorleksfördelning i såbädden. Efter uppkomst gjordes planträkning.

Resultat

Resultat av såbäddsberedningen redovisas i tabell 29. Led B utan bearbetning hade störst ojämnhet i markytan och såbotten.

Den grövsta såbädden erhöles i ledet med frontpackare, antagligen beroende på att marken var mycket blöt under det torra men ojämna ytskiktet medan redskapet hade ett jämnt arbetsdjup. Direkt efter sådd regnade det, vilket gjorde att uppkomsten blev god utan några skillnader mellan leden (tabell 31). Skörden blev högst för det konventionellt sådda ledet, skillnaderna var dock ej signifikanta.

Dieselförbrukningen blev högst för ledet med konventionell såbäddsberedning (tabell 30). Dieselförbrukning för frontpackaren var större än för en harvning.

Tabell 29. Resultat från såbäddundersökning, serie R2-7305

	Såddjup (cm)	Ojämnhet markyta (mm)	Ojämnhet såbotten (mm)	Aggregat		
				>5 mm	2-5 mm	<2 mm
Led A	3,9ab	59	39	29b	44ab	28a
Led B	4,1a	70	53	30b	52a	18ab
Led C	3,2b	51	43	58a	31b	11b

Tabell 30. Beräknad diesel-åtgång (l/ha) för olika arbetsmoment, serie R2-7305

Led	1:a harvning	2:a harvning	Sådd	Totalt
A = konventionell såbäddsberedning	4,2	3,5	1,8	9,5
B = sådd utan harvning			3,5	3,5
C = sådd med frontpackare			7,3	7,3

Tabell 31. Skörd av korn i försöksserie R2-7305 2004

	Plantor/m ²	Skörd (kg/ha och relativt)
A = konventionell såbäddsberedning	349	5410=100
B = sådd utan harvning	344	95
C = sådd med frontpackare	342	97

JORDPACKNING, MARKSTRUKTUR OCH MARKVÅRD

Jordpackningen och dess konsekvenser har länge varit ett viktigt arbetsområde vid avdelningen för jordbearbetning. Försöksverksamheten har varit omfattande, Sverige är kanske det land i världen som har genomfört flest fältförsök inom detta område. Arbetet är främst inriktat på följande frågeställningar:

- att undersöka jordpackningens långsiktiga verkan på markstruktur och avkastning
- att söka metoder att motverka packningens negativa effekter
- att fastställa den optimala packningen vid såbäddsberedning under olika förhållanden

De försök som pågår f.n. är följande (startår inom parentes):

- R2-7115 Extremt låga marktryck i odling med och utan plöjning (1996)
- R2-7401-2 Packningseffekter av stallgödselspridning (2001)

Dessutom ingår bl.a. projekt för att studera tekniska möjligheter att undvika jordpackning, och arbete med att modellera jordpackning. Förutom den traditionella verksamheten kring jordpackning ingår också generella markvårdsfrågor, även internationellt, i detta program.

Låga marktryck i odling med och utan plöjning

Johan Arvidsson

I tre fastliggande försök startade 1997 studeras samspelseffekter mellan primärbearbetningsmetod (plöjning eller plöjningsfri odling) och däcksutrustning. Hittills har effekterna av däcksutrustning i genomsnitt varit små. Under år 2001- 2004 blev skörden högre i led med låga marktryck, speciellt i försöket med högst lerhalt. En trolig förklaring är att strukturen förbättrats gradvis vilket kan ha höjt skörden.

Jordpackning, framförallt i matjorden, kan minskas genom att använda större däck med lägre ringtryck. Detta borde vara speciellt viktigt i plöjningsfri odling, när plöjningens luckrande verkan uteblir. I serie R2-7115 studeras samspelet mellan primärbearbetnings-metod och däcksutrustning. I försöket, som är randomiserat i fyra block, ingår följande led:

A=Plöjning, normala marktryck
B=Plöjning, låga marktryck
C=Ej plöjning, normala marktryck
D=Ej plöjning, låga marktryck
E=Permanent vall

Ledet med permanent vall finns med för att kunna jämföra övriga led med ett som är helt

utan bearbetning, med optimala betingelser för strukturutveckling. Jordbearbetning i övriga led utförs med en traktor med en totalvikt på drygt 5000 kg. I led med normala marktryck används lågprofildäck (650/65-38 bak) i enkelmontage (ringtryck 80 kPa), i lågtrycksleden samma däck i dubbelmontage (ringtryck 40 kPa). Tre försök på Ultuna, varav två på mellanlera och ett på lättare jord, ingår i serien. Försöken är fastliggande och startades våren 1997. År 1998 var första skördeåret enligt försöksplanen.

Under 2002 gjordes mätningar av skrymdensitet, genomsläpplighet och penetrationsmotstånd i försök 641/97. Resultaten redovisas i årsrapporten för 2002.

Tabell 32. Skörd (kg/ha och relativtal) i försöksserie R2-7115 2004

Försök nr	641/97	642/97	643/97	Medel
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	2004
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Förfrukt	Havre	Havre	Havre	
Gröda	Vårvete	Vårvete	Vårvete	
Plöjning, normala marktryck	5560=100	8150	7180	100
Plöjning, låga marktryck	105	99	99	101
Ej plöjning, normala marktryck	101	101	107	103
Ej plöjning, låga marktryck	105	99	104	103
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	100	100	106	102
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	105	99	98	101
Sign. plöjning	n.s.	n.s.	*	
Sign. marktryck	*	n.s.	n.s.	
Sign. samspel	n.s.	n.s.	n.s.	

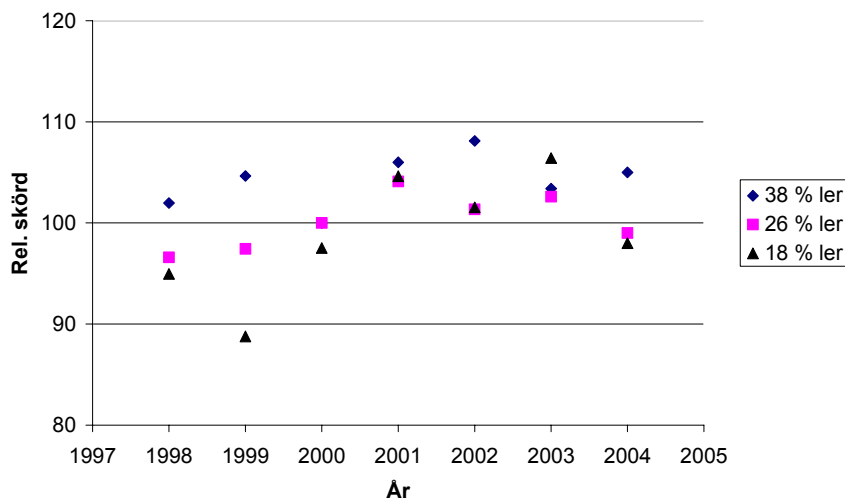
Tabell 33. Skörd (kg/ha och relativt) i försöksserie R2-7115 1998-2004

Försök nr	641	642	643	Alla
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Försöksår	7	7	7	21
Plöjning, normala marktryck	100	100	100	100
Plöjning, låga marktryck	105	100	99	101
Ej plöjning, normala marktryck	101	101	101	101
Ej plöjning, låga marktryck	104	102	99	102
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	100	101	101	101
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	104	100	99	101

Resultat

Under 2004 gav plöjningsfri odling något högre skörd än odling med plöjning, tabell 32. Låga marktryck gav signifikant högre skörd än normala marktryck i försök nr 641, som har högst lerhalt av de tre (38 %). I de övriga två försöken var skörden aningen lägre för låga marktryck, dock ej statistiskt signifikant. Under 2004 erhöles ej några samspelseffekter mellan marktryck och bearbetningsmetod. Under de sista fyra åren har skörden i genomsnitt varit högre för låga

marktryck, medan skördeskillnaden snarast gick åt andra hållet de första åren (figur 22). Resultatet kan tyda på att strukturen gradvis förbättrats där låga marktryck använts, vilket lett till en skördeökning fyra år efter försökens start. I försöket med högst lerhalt har låga ringtryck gett höjd skörd alla år utom ett. I genomsnitt för samtliga år är skillnaderna i skörd mellan leden små, tabell 33. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.



Figur 22. Relativ skörd för låga ringtryck (normala ringtryck=100) år 1998-2004.

Tidpunkt för spridning av strörika gödselslag – effekt på växtnäringsutnyttjande, avkastning och markpackning

Ararso Etana

Spridning av stallgödsel med tunga ekipage resulterar i packningsskador i matjorden och i alven. Packningsskadorna är allvarliga om spridningen sker vid hög markfuktighet. I en packad åkermark utnyttjas växtnäringsen sämre, vilket leder till skördesänkning och läckage av växtnäringsen. Vid ekologisk odling är teknik för stallgödelspridning mycket viktig för ett effektivt utnyttjande av växtnäringsen i gödseln. För att undersöka en optimal tidpunkt för spridning av strörik stallgödsel vid ekologisk odling pågår ett projekt sedan 2001.

I försöksserien ingår två försök, ett på styv lera (R2-7401) och ett på lättlera (R2-7402). Spridning av strörik stallgödsel utförs vid tre tidpunkter som framgår av tabell 34. I försöken undersöks matjordens packningstillstånd, innehåll av mineralkväve på markdjupet 0-90 cm och skörd av huvudgröda. Innehåll av mineralkväve bestäms på senhöst och på våren före sådd.

Resultat

I figur 23 visas bilder av matjordsprofiler för att åskådliggöra packningseffekter vid olika tidpunkter. Bilderna var tagna vid slutet av vegetationsperioden 2002. Packning på våren orsakade en stor försämring av markstrukturen. I figur 24 redovisas penetrationsmotstånd i matjorden. I genomsnitt för fem försök utförda under 2002-2004 var matjordens penetrationsmotstånd högst i led G (packning på våren före sådd). Det var en stor spridning i mängden mineralkväve (figur 25) vid alla mätillfällen som kan bero på en ojämn spridning av den strörika gödseln. Därför var det inga signifikanta skillnader mellan leden.

I tabell 35 anges skörd av blandsäd (korn, havre och ärter) i försöket på styv lera

och skörd av korn på lättlera år 2002. Packning på våren orsakade en stor sänkning av skörden i försöket på styv lera. I genomsnitt gav leden med sen höstgödning (C och D) högre skörd än leden som gödslades tidigt på hösten (led B) eller på våren (led F och G). Packningseffekterna var mer tydliga i försöket på styv lera än i försöket på lättlera. I försöket på lättlera hade gödningstidpunkten större betydelse än markpackningen. I tabell 36 anges skörde-resultat för 2003. Packningsskadorna i försöken var obetydliga detta år och skillnader i grödans avkastning var också små jämfört med föregående års skörd. Sämst skörd gav ledet utan gödsel samt de led som packades på senhöst och på våren före sådd. År 2004 upprepades försök R2-7402 på samma plats som föregående året. Därför föll skördenivån i det ogödslade ledet kraftigt (tabell 37). Detta år orsakade sen höstpackning kraftig skördesänkning jämfört med packningar vid andra tidpunkter

Kontaktperson: *Ararso Etana* (Tel: 018-671259).

Detta projekt finansieras av Statens jordbruksverk.

Tabell 34. Försöksled och olika behandlingar i två försök (skördeår 2002, 2003 & 2004)

Led	Plöjningstidpunkt	Plöjningsdjup	Gödslings/packningstidpunkt	Packning
A	Kontroll	20-22 cm	Kontroll	Opakat
B	Oktober	20-22 cm	Oktober	Pakat
C	November	20-22 cm	November	Opakat
D	November	20-22 cm	November	Pakat
E	November	12-15 cm	November	Opakat
F	Oktober	20-22 cm	På våren , före sådd	Opakat
G	Oktober	20-22 cm	På våren , före sådd	Pakat

Tabell 35. Skörd i relativtal (kontroll=100) i försöksserien R2-7401 och R2-7402 (skördeår = 2002)

Led	Styv lera (R2-7401)	Lättilera (R2-7402)	Medeltal
A	100 = 3920 kg/ha	100 = 3650 kg/ha	100 = 3785 kg/ha
B	99	98	98
C	115	139	127
D	110	136	123
E	117	-	-
F	100	118	109
G	65	115	89
LSD	13	14	

Tabell 36. Skörd i relativtal (kontroll=100) i försöksserien R2-7401 och R2-7402 (skördeår = 2003)

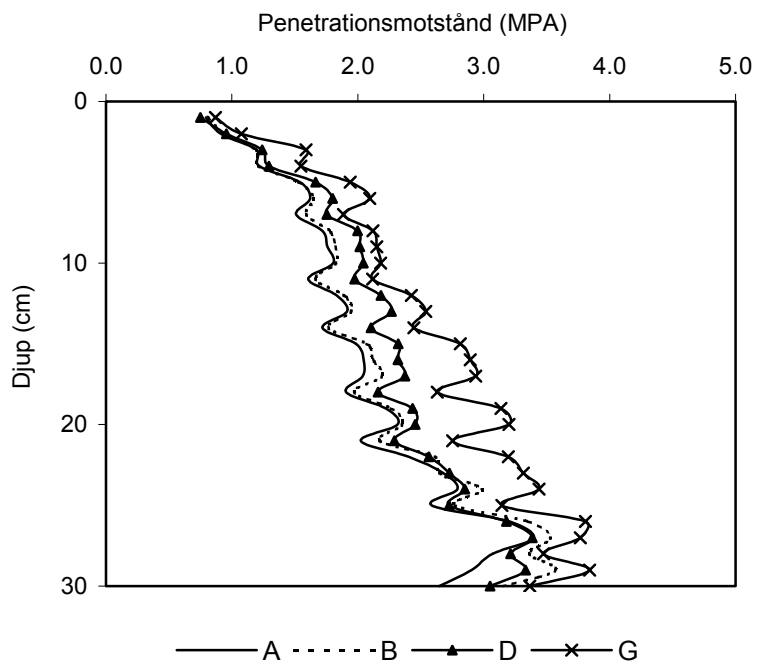
Led	Mellanlera (R2-7401)	Lättilera (R2-7402)	Medeltal
A	100 = 5370 kg/ha	100 = 4510 kg/ha	100 = 4940 kg/ha
B	109	123	116
C	94	125	110
D	86	109	98
E	99	119	109
F	109	124	116
G	86	118	102
LSD	11	12	

Tabell 37. Skörd i relativtal (kontroll=100) i försöksserien R2-7401 och R2-7402 (skördeår = 2004)

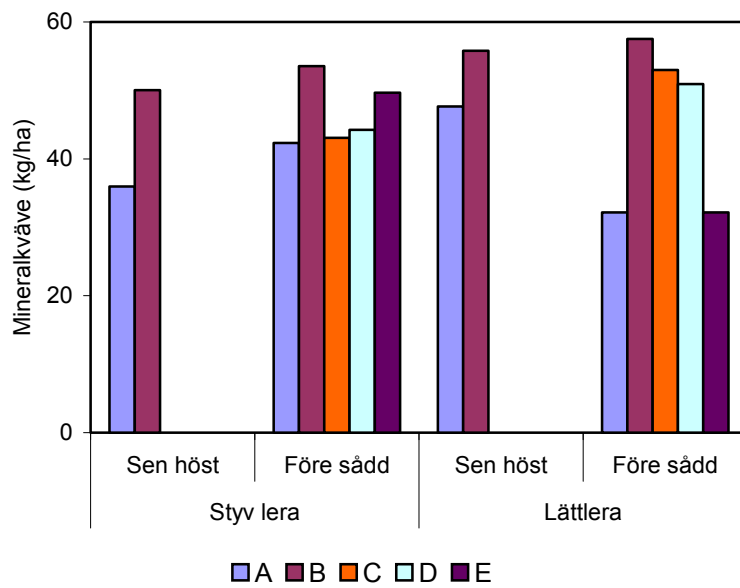
Led	Styv lera (R2-7401)	Lättilera (R2-7402)	Medeltal
A	100 = 4340 kg/ha	100 = 1630 kg/ha	100 = 2985 kg/ha
B	111	205	158
C	112	244	178
D	100	146	123
E	118	198	158
F	99	226	162
G	101	215	158
LSD	21	69	



Figur 23. En bild av matjordsprofil (packning och gödselspridning skedde i den månad som angivits ovanpå respektive profil).



Figur 24. Penetrationsmotstånd (medeltal för tre år, 2002-2004).



Figur 25. Mineralkväve (nitrat + ammoniumkväve) inom 0-90 cm markdjup (medeltal för tre år, 2002-2004).

Platsspecifik snabbestämning av skördebegränsande markfysikaliska faktorer

Elisabeth Bölenius

Skördevariationer inom fält kan uppgå till flera ton per hektar. Hittills har dock det mesta av forskningen kring orsaker till detta koncentrerat sig på växtnäring. Dock har sällan mer än en liten del av skördevariationerna kunnat förklaras. Samband mellan skörd och markfysikaliska faktorer är dock mycket lite studerat på grund av att traditionella metoder är mycket arbets- och tidskrävande och därmed kostsamma. 2004 startades ett projekt med att ta fram en mätutrustning som on-line skall kunna mäta vattenhalt, textur, mullhalt och penetrationsmotstånd samtidigt. En sådan utrustning skulle göra det lättare att undersöka eventuellt skördebegränsande markfysikaliska faktorer.

Skördevariationer inom ett fält kan vara mycket stora. För att kunna anpassa sina odlingsinsatser gäller det att känna till orsakerna till variationer i fält och gröda. Inom precisionsodling har tyngdpunkten hittills legat på matjorden och växtnäringssämnen för att hitta svaren. Detta har dock oftast kunnat förklara endast en liten del av skördevariationer. En stor undersökning av skördevariationer hos sockerbetor visade att faktorer som påverkar rotutveckling och vattentransport hade stor inverkan på skörden. Sådana faktorer studeras dock sällan i någon större utsträckning p.g.a. att traditionella mätmetoder är både tids- och arbetskrävande och alltså kostar mycket pengar.

2004 startade ett samarbetsprojekt mellan avdelningarna för jordbearbetning och precisionsodling, SLU, och JTI, Jordbrukets teknik- och miljöinstitut. Målsättningen med projektet är att utveckla ett redskap som samtidigt utför penetrationsmätningar, på olika djup, och NIR-mätningar (NIR = nära infraröd reflektans), på ett djup, i markprofilen on-line. Positionsbestämning under mätning sker med hjälp av GPS. NIR-tekniken har visats kunna användas för lerhalts-, vattenhalts- samt mullhaltsbestämning.

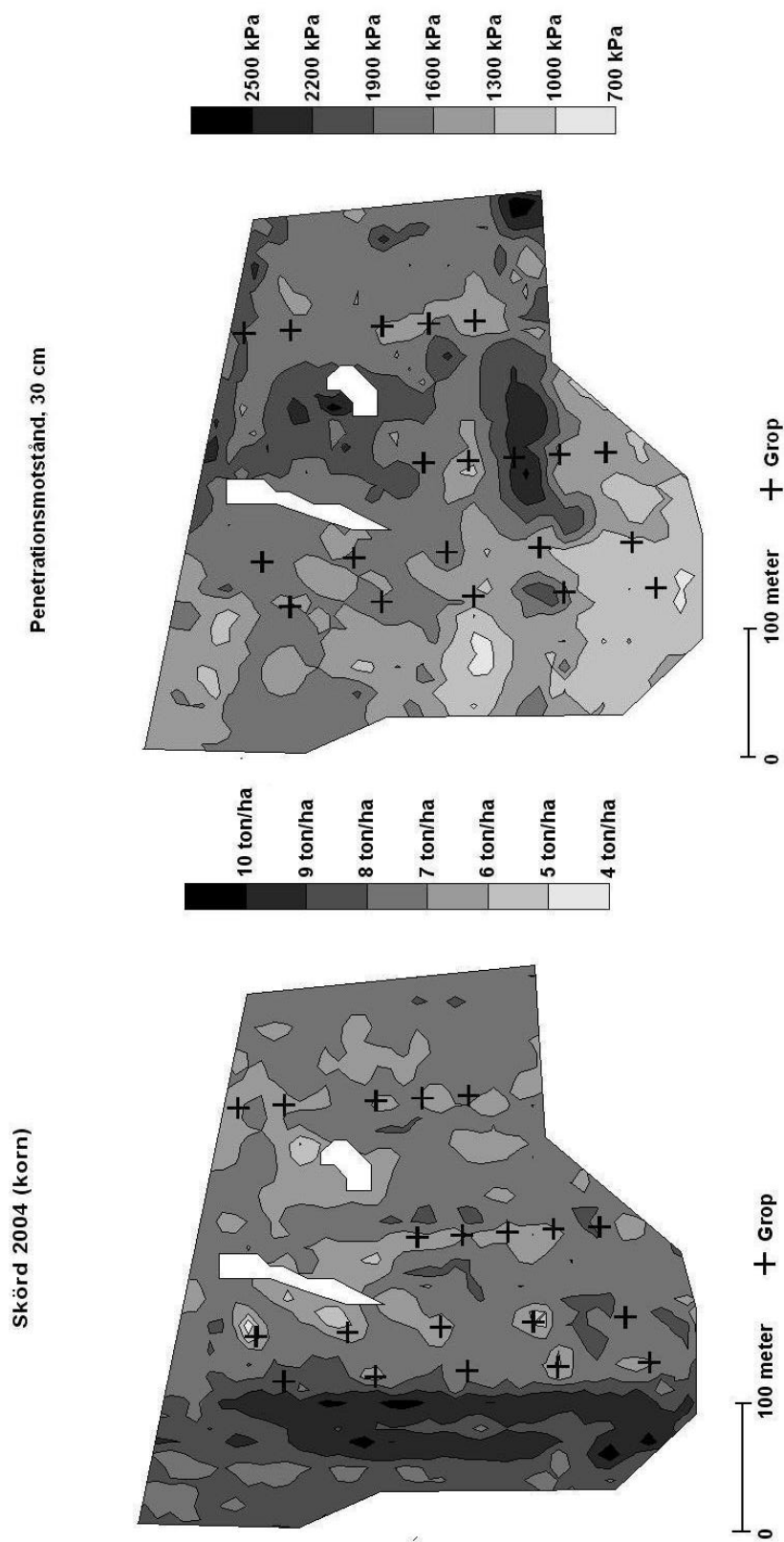
Projektet utförs på ett ca 15 ha stort område på ett fält på Kvarnbo gård, strax utanför Uppsala. Jordarten varierar från lätt till mycket styv lera och generellt sett är avkastningen god. Fältet har skördearterats sedan 1994 och utförliga mätningar av växtnäringssatusen utfördes 1997, främst med avseende på kväve. Avkast-

ningen varierar över fältet men undersökningen av växtnäringssatusen kunde inte ge tillräckliga förklaringar till dessa variationer.

Under 2004 började den nya utrustningen utvecklas och en horisontell, traktordragen penetrometer har tagits fram, se figur 26, och i augusti utfördes en mätning av penetrationsmotståndet på försöksfältet på 10, 30 och 50 cm djup. Under året har även tjugo gropar fördelade över "olika bra" delar av fältet undersökts med hjälp av traditionella markfysikaliska mätmetoder. Textur, mullhalt och vattengenomsläpplighet har bestämts till 1 meters djup. Vattenhalten bestämdes tre gånger under säsongen och rotutvecklingen studerades.



Fig 26. En mätprob på den horisontella penetrometern.



Figur 27. Avkastning i ton/ha av korn på försöksfältet på Kvarnbo gård, 2004

Figur 28. Penetrometermotståndet i kPa på 30 cm djup uppmätt med penetrometer, dragen av traktor, på försöksfältet på Kvarnbo gård.

Resultat och diskussion

2004 odlades korn på fältet och avkastningen var mycket god, se figur 27. En högre avkastning anses på den vänstra delen av kartan. En av anledningarna till detta kan vara det lägre penetrationsmotståndet på 30 cm inom samma område, se figur 28. Resultaten av övriga mätningar är inte färdiganalyserade än.

Fortsättning av projektet

Under 2005 kommer den nya utrustningen vidareutvecklas och kompletteras med ett NIR-instrument. De punktvisa mätningarna av rotutveckling och vattenhalt fortsätter. Projektet väntas hålla på till 2006.



Mätning av tryck i matjord och alv med olika hjullaster och ringtryck

Johan Arvidsson, Thomas Keller, Mats-Ola Anselmsson, Sofia Eitrem, Elise Nilsson, Johannes Åkerblom

Stämmer det att trycket i matjorden i första hand bestäms av ringtrycket och i alven av lasten? I denna undersökning mättes trycket i matjorden (på 10 cm djup) och i alven (30, 50 och 70 cm djup) för olika hjullaster, däck och ringtryck. Maximalt uppmätt tryck i matjorden var nära kopplat till ringtrycket men var oftast högre än detta. I alven var trycket nästan helt beroende på hjullasten medan ringtrycket hade mycket liten inverkan.

En gammal tumregel säger att trycket i matjorden bestäms av ringtrycket, och i alven av axellasten. Syftet med det experiment som presenteras här var att studera tryckfördelning i både matjord och alv för olika hjullaster och ringtryck. Mätningarna i matjorden gjordes på en mellanlera under fuktiga förhållanden hösten 2002. Mätningar av trycket i alven (på 30, 50 och 70 cm djup) gjordes på samma fält våren 2004. Körningar gjordes i båda fallen med två stycken traktorer, en MF 6290 med en totalvikt på 8990 kg, och en MF 4245 med en totalvikt på 5110 kg. Tanken var att använda hjullaster på de olika traktorerna som rekommenderades

vid körning med ringtrycket 100 kPa och i hastigheter upp till 30 km/h. För MF 6290 löstes detta genom att ett redskap hängdes efter traktorn. För MF 4245 ställdes frontlastaren i ett givet läge. För framhjulet på MF 6290 var inte hjullasten tillräckligt hög för att motsvara rekommenderad hjullast vid 100 kPa och farter upp till 30 km/h. Resultaten för detta hjul redovisas inte vidare här.

Förutom att köra däcken vid rekommenderat ringtryck, för de aktuella hjullasterna, så kördes även däcken vid 30 % lägre och 50 % högre ringtryck än de rekommenderade. De, enligt tillverkarna, rekommenderade hjullasterna vid dessa

Tabell 38. Däcksdimensioner, fabrikat och hjullaster för de båda traktorerna.

MF 6290: Total vikt: 8910 kg

		Dimension	Fabrikat	
	Fram:	540/65 R 28	Michelin	
	Bak:	650/65 R 38	Michelin	
	Hjullast	<u>Rekommenderad hjullast vid 30 km/h</u>		
		70 kPa	100 kPa	150 kPa
Fram:	1055 kg	1870	2280 kg	2980
Bak:	3400 kg	2905	3550 kg	4625

MF 4245: Total vikt: 5110 kg

		Dimension	Fabrikat	
	Fram:	11.2 R 28	Good Year	
	Bak:	13.6 R 38	Good Year	
	Hjullast	<u>Rekommenderad hjullast vid 30 km/h</u>		
		70 kPa	100 kPa	150 kPa
Fram:	1080 kg	950	1100 kg	1320
Bak:	1475 kg	1338	1500 kg	1900

ringtryck anges i tabell 38 tillsammans med hjullaster och däckdimensioner som användes för de båda traktorerna.

Tryckfördelning och maxtryck i matjorden.

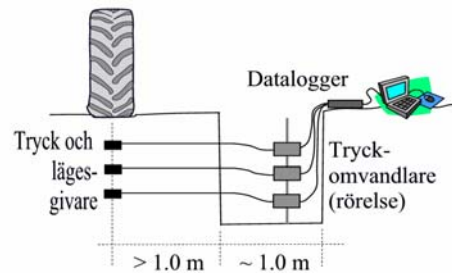
De fem lastcellerna grävdes ned i matjorden på 10 cm djup med ett inbördes avstånd på 9 cm. Detta innebar att den totala mätbredden blev 36 cm. Detta mått var anpassat för att täcka halva bredden av det bredaste däck, nämligen den stora traktorns bakhjul. Traktorerna kördes så att mitten av däck gick mitt över den yttersta sensorn, trycket antogs sedan vara symmetriskt kring däcksmitten. Då den lilla traktorn har betydligt smalare däck kom antalet mätpunkter som hamnade rakt under däck att bli betydligt färre, med följderna att tryckfördelningen under dessa däck blev bestämd med lägre upplösning. Värdena för uppmätta maxtrycket beräknades som ett medelvärde ur fyra upprepningar per däck.

Genomsnittstryck i understödsytan och under ribborna.

De olika däckens understödsytor bestämdes, vid olika ringtryck, då de stod på ett hårt underlag. Däcken kördes upp på en pappskiva och med sprayfärg gick det att måla runt däck så att de nabbar som var i kontakt med underlaget framträdde. Utifrån denna avbildning ritades en tänkt understödsyta upp motsvarande det område som låg innanför de nabbar som avbildats. Med utgångspunkt ifrån hjullasterna och de uppritade understödsytorna kunde ett genomsnittligt tryck räknas ut för ytan. Efter att även anläggningsytan för enbart ribborna räknats ut kunde det genomsnittliga trycket under dessa beräknas. Värdena för beräknat genomsnittligt tryck i understödsytan samt under ribborna är beräknade utifrån en upprepning.

Tryck i alven

Trycket i alven mättes på 30, 50 och 70 cm djup i marken, med sonder installerade från en grop (fig 29)



Figur 29. Principskiss över mätning av tryck och rörelse i marken. En mätkropp installeras horisontellt från en grävd grop. Markens rörelse i vertikalled och trycket i marken vid överfart med ett hjul registreras med en datalogger.

Resultat

Tryck i matjorden

I tabell 39 redovisas det uppmätta maxtrycket på olika djup, det beräknade genomsnittliga trycket i understödsytan samt det beräknade genomsnittliga trycket under ribborna. Den statistiska analysen visade att det fanns signifikanta skillnader i det uppmätta maxtrycket mellan däcken, oberoende av ringtrycket. Den stora traktorns bakhjul gav upphov till det högsta trycket av de fyra olika däcken. Inte oväntat så uppmättes ett högre tryck i matjorden då däcken kördes med högre ringtryck. Det maximala uppmätta trycket var genomgående högre än ringtrycket. Tryckfördelning tvärs körriktningen för de olika däcken visas i figur 30.

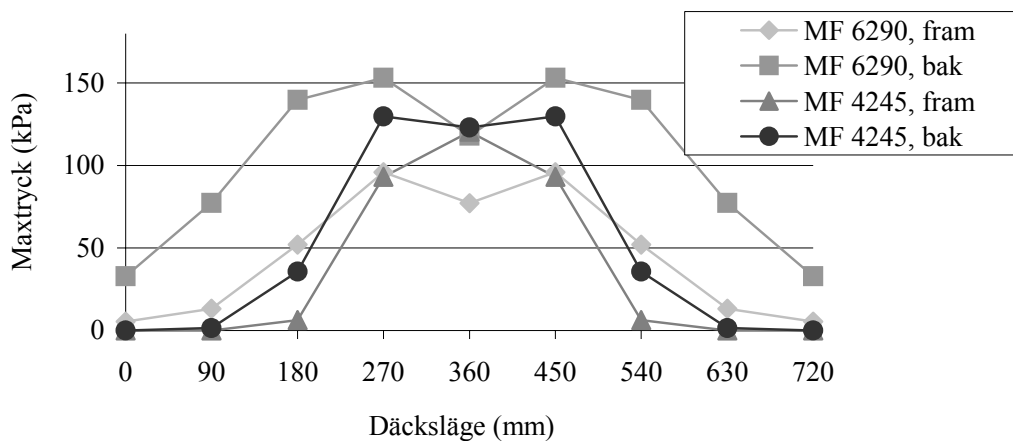
Det beräknade genomsnittliga trycket i understödsytan blev genomgående lägre än ringtrycket vid körning med 150 kPa ringtryck. Vid körning med 70 kPa ringtryck blev det beräknade trycket i understödsytan genomgående högre än ringtrycket under samtliga däck.

Beräknat genomsnittligt tryck under ribborna blev som högst under den lilla traktorns framhjul, hela 716 kPa vid körning med 150 kPa ringtryck.

Tabell 39.

Maximalt uppmätt tryck på 10, 30, 50 and 70 cm djup, genomsnittligt tryck i understödsytan och för däckets nabbar. Värderna som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ($P < 0.05$)

Hjullast, ringtryck	Maximalt tryck (kPa) på djupen				Tryck (medel) (kPa)	
	10 cm	30 cm	50 cm	70 cm	kontaktyta	nabbar
33 kN						
150 kPa	214a	164a	33	36	142	521
100 kPa	156bc	159a	48	39	112	412
70 kPa	129cde	135b	46	36	92	349
14 kN						
150 kPa	161b	80c	18	13	102	582
100 kPa	139bcd	73c	18	12	94	509
70 kPa	102ef	78c	18	13	81	431
11 kN						
150 kPa	139bcd	87c	20	11	125	716
100 kPa	123def	83c	17	11	114	585
70 kPa	99f	88c	20	11	105	474
34 kN	166a	153a	42a	37a		
14 kN	134b	77b	19b	11b		
11 kN	120b	86b	18b	13b		
150 kPa	171a	110	24	20		
100 kPa	139b	105	28	21		
70 kPa	110c	100	28	20		



Figur 30. Tryckfördelning under de olika traktorernas fram- och bakhjul. Figuren visar de uppmätta maxtrycken under däcken som ett medelvärde av tre upprepningar. Ringtrycket är för samtliga däck 100 kPa.

Tryck i alven

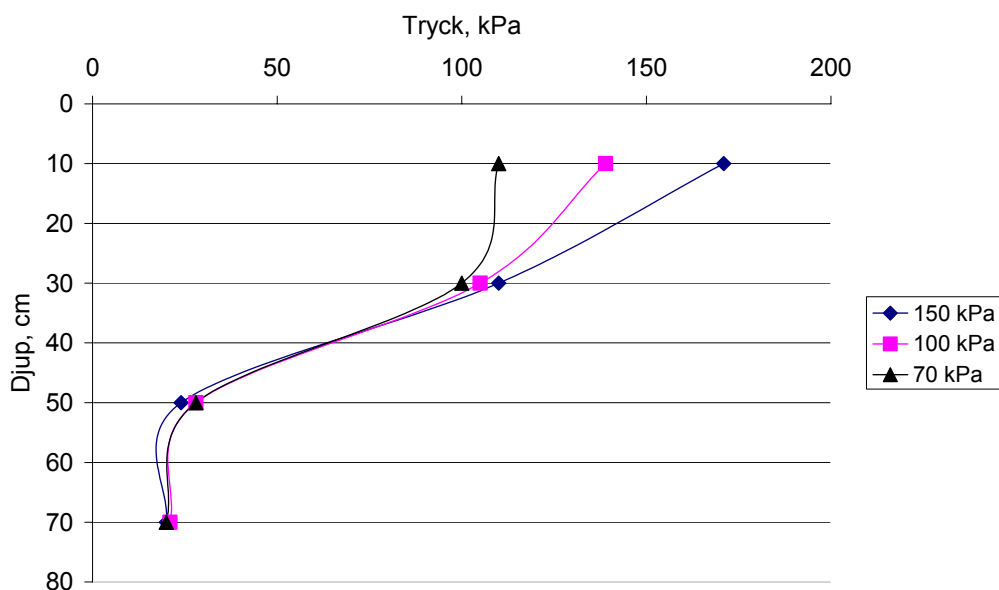
Det uppmätta trycket i alven var starkt kopplat till hjullasten, medan ringtrycket hade mycket liten betydelse (tabell 39). Någon egentlig inverkan av ringtrycket kunde endast skönjas för den högsta hjullasten på 30 cm djup. Ringtryckets betydelse för trycket på olika djup, genomsnitt för samtliga laster visas i figur 31.

I tabell 40 görs en jämförelse mellan uppmätta och beräknade tryck i alven. Beräkningarna görs med olika antaganden om tryckfördelningen i understödsytan; en cirkulär understödsyta med jämn tryckfördelning och ett tryck som är samma som ringtrycket, en parabolisk tryckfördelning med ett maxtryck=1,5 ggr ringtrycket och med antagandet att uppmätt tryck på 10 cm djup=tryckfördelningen i markytan. Också det beräknade trycket på

50 och 70 cm djup påverkas mycket lite av rintrycket. På 30 cm djup påverkas däremot det beräknade trycket i relativt hög grad av ringtrycket, vilket alltså inte stämmer med uppmätta värden.

Det bör poängteras att absolutvärdena för de uppmätta trycken i alven är relativt osäkra, bl.a. på grund av att det är svårt att få god kontakt mellan jord och sensor vid små tryck och deformationer. Skillnader mellan led är dock betydligt säkrare än absolutvärdena av trycket.

Sammanfattningsvis stämmer det att ringtrycket har stor betydelse för trycket i matjorden medan hjullasten är avgörande för trycket i alven. Tidigare mätningar där ringtrycket haft större betydelse för trycket i alven har gjorts med högre hjullaster (>8000 kg). Kontaktpersoner vid avdelningen är Johan Arvidsson, tel. 018 67 11 72 och Thomas Keller, tel. 018 67 12 10.



Figur 31. Uppmätt tryck på olika djup för olika ringtryck. Medeltal för hjullaster 1100 till 3400 kg.

Tabell 40. Uppmätta och beräknade tryck på 30, 50 och 70 cm djup

Last, ringtryck	30 cm			50 cm			70 cm					
	Mätt ¹	Ber. U ²	Ber. P ³	Ber. M ⁴	Mätt ¹	Ber. U ²	Ber. P ³	Ber. M ⁴	Mätt ¹	Ber. U ²	Ber. P ³	Ber. M ⁴
33 kN												
150 kPa	164	113	140	146	33	69	77	84	36	43	46	49
100 kPa	159	86	111	120	48	60	68	81	39	40	43	51
70 kPa	135	64	85	101	46	48	57	73	36	35	38	50
14 kN												
150 kPa	80	76	89	106	18	36	41	54	13	20	22	30
100 kPa	73	64	75	92	18	35	37	47	12	21	21	26
70 kPa	78	49	59	73	18	29	33	38	13	18	20	21
11 kN												
150 kPa	87	68	72	82	20	31	31	38	11	17	17	20
100 kPa	83	52	61	71	17	26	29	33	11	15	16	18
70 kPa	88	40	49	58	20	22	26	29	11	13	15	16

¹Uppmätta värden ²Beräknade värden, jämn tryckfördelning, marktryck =ringtryck ³Beräknade värden, parabolisk tryckfördelning marktryck_{max}=1.5x ringtryck, ⁴Beräknade värden, marktryck=uppmätt tryckfördelning på 10 cm djup

VÄXTNÄRINGSUTLAKNING OCH EROSION

För att minska jordbrukets negativa miljöpåverkan beslöt riksdagen år 1988 att halvera kväveutlakningen från jordbruket fram till år 2000. Jordbearbetningsavdelningen och avdelningarna för vattenvård och växtnäringsslära bedriver sedan lång tid tillsammans en förhållandevis omfattande forsknings- och försöksverksamhet inom detta område. Olika odlings- och bearbetningsåtgärder studeras avseende effekter på kväveläckage. Dessutom bedrivs ett projekt där målsättningen är att minimera fosforförluster via erosion. Huvudfinansiär är Jordbruksverket men till fosforstudierna har medel även erhållits från Stiftelsen Lantbruksforskning och länsstyrelsen i Falun. Verksamheten är främst inriktad på följande frågeställningar:

- att studera den gröna markens inverkan på fosforerosionen
- att studera olika jordbearbetningssystemers inverkan på fosforförluster
- att undersöka om odling av fånggröda kan uteslutas om kvävegödslingen ej är extremt hög
- att undersöka hur kväveutlakningsrisken förändras om en handelsgödselgiva kompletteras med en giva stallgödsel
- att belysa möjligheterna att begränsa kväveutlakning i odlingsystem med stallgödsel
- att jämföra ordinarie höstgrödor med fånggrödor
- att belysa fånggrödors efterverkan

De försöksserier som f.n. pågår inom detta område är:

R2-8302	Bearbetningssystem och fosforerosion
R2-8402-05	Grön mark och N-utlakning
R2-8407	Kväveeffektiv jordbearbetning
R2-8408	Jordbearbetning-kväveutlakning på lerjord
R2-4046	Direktsådd av höstvetete för bättre kväveutnyttjande
R2-6121	Effekt av skorpbygning på våren i ekologisk höstsäd

Bearbetning - fosforerosion - N-läckage

Åsa Myrbeck

Val av jordbearbetningssystem har haft betydelse för fosforförlusterna genom ytavrinning under höst och vinter i ett försök i Hedemora. Bar, bearbetad mark orsakade större totala förluster än bevuxen eller obearbetad.

Försöksserien **R2-8302**, med ett försök utanför Hedemora i Dalarna, startades 1994 i samarbete med Barbro Ulén, avdelningen för vattenvårdslära och Börje Lindén, SLU, Skara. På försöksplatsens erosionskänsliga jord studeras effekter av jordbearbetningsåtgärder på fosforerosion. Även risken för kväveutlakning belyses. Erosionsmätningarna i försöket påbörjades hösten 1994 med Gerlachtråg (Gerlach, 1967) nedgrävda i markytan och utökades 1995 med installerade uppsamlingsrännor med gummiduk och vippkärl.

Resultat

Avkastningen i försöket 1994-2004 redovisas i tabell 41. Vårplöjning har givit skördar i samma storleksordning som höstplöjning men variationen mellan åren har varit stor. De plöjningsfria leden har oftast givit större skördar än de plöjda. Direktsådd har dock de flesta åren avkastat betydligt sämre än övriga led då denna slammings- och erosionsbenägna jord ofta blir mycket hård i ytan vid upptorkning på våren. En hård markyta som ej luckrats genom bearbetning försämrar förhållandena vid sådd. Tidig sådd på våren kan ge grödan möjligheter att etableras innan förhållanden med stark upptorkning inträder men det kan även öka risken för fler tillfällen med en slammad och hårdnande markyta. Den direktsådda rutan har såtts ca 10 dagar tidigare än övriga från och med 1995. 1995 var detta gynnsamt för grödan, men senare år har det inneburit betydligt sämre förhållanden för etablering av grödor. Störst skördar har uppmätts i ett plöjningsfritt led där organiskt material (färsk vall) tillförs markytan på hösten. Detta har troligen både varit gynnsamt för markstrukturen och för

grödorna genom att växtnäringssämnen tillförts på detta sätt.

Mätningar i försöket av förluster av fosfor genom ytavrinning har visat att förlusterna genom partikelbundet fosfor varit störst från led som bearbetats på hösten (Ulén, 1998). Förlusterna av fosfat-fosfor har varit störst från det direktsådda ledet, troligen beroende av att en dominerande del av allt växtmaterial på markytan i den rutan varit dött under höst och vinter. Från rutor med växande vall eller fånggröda har förlusterna av fosfatfosfor ej varit förhöjda.

Provtagningar av mineralkväve i försöket visade på jämförelsevis liten mineralisering av kväve i marken på hösten (Lindén et al., 1998). Det största innehållet av mineralkväve fanns i ledet som direktsåts. Kväveutnyttjandet har varit sämre där då skördarna varit mycket lägre. Allt kväve som funnits kvar i profilen efter skörd har dock inte lakats ut under vintern.

Samtidigt med detta försök anlades även försöket R2-8301 vars syfte var att med olika jordbearbetnings- och odlingsåtgärder minska de fosforförluster som sker genom ytavrinning och vattenerosion. R2-8301 avslutades 1996 och resultat från försöket är redovisade i tidigare årsrapporter liksom av Ulén (1997). Försöken är finansierade av Jordbruksverket respektive Jordbruksverket och länsstyrelsen i Dalarna. Kontaktpersoner för försöksserierna är Barbro Ulén 018/671251, Tomas Rydberg 018/671200, Börje Lindén 0511/67112.

Flytgödsel - fånggrödor - utlakning

Åsa Myrbeck & Helena Aronsson

Rajgräs som fånggröda minskade kväveläckaget även när stallgödsel tillfördes i ett försök på sandjord i Västergötland. En tidig stubbearbetning på hösten direkt efter skörd medförde ett ökat kväveläckage jämfört med vårplöjning. Försöket på Fotegården är beläget på mojord, utanför Lidköping i Västergötland. Det ingår sedan 1993 i forskningsprogrammet ”Utlakningsförsök för långsiktig kontroll av odlingssystem med vintergrön mark” som finansieras av Jordbruksverket och SLU.

I försöket i serie **R2-8410 (tidigare R2-8402)** belyses kväveläckage och mineralkvävedynamik i marken i odlingssystem med och utan tillförsel av stallgödsel. Försöksplanen presenteras i tabell 42. Försöket är placerat på en sandjord på Fotegården utanför Lidköping. Både huvudgrödan och fånggrödan provtas för att bestämma grödornas kväueupptag. Mineralisering av kväve i marken beräknas från analyser av mineralkväve i jordprover.

Tabell 42. Försöket vid Fotegården har följande grundplan som pågått sedan 1993. Resultaten finns bl a publicerade vid Avdelningen för vattenvårdslära i serien Ekohydrologi, nr 51 och 74

Led	Svinflytgödsel Tot-N, kg/ha	Handelsgödsel, kg N/ha	Tidpunkt stubbearbetning	Tidpunkt plöjning	Fånggröda
A	-	90	Tidig höst	Sen höst	-
B	90	45	Tidig höst	Sen höst	-
C	-	90	-	Sen höst	Eng. rajgräs
D	90	45	-	Sen höst	Eng. rajgräs
E	-	90	-	Tidig vår	-
F	90	45	-	Tidig vår	-
G	-	90	-	Tidig vår	Eng. rajgräs
H	90	45	-	Tidig vår	Eng. rajgräs

Tabell 43. Skörd (kg/ha och relativtal) 1994-2004

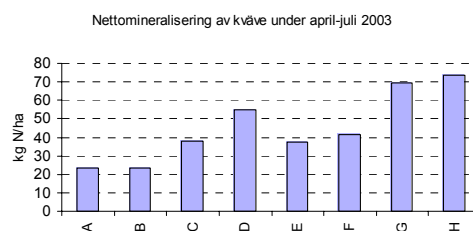
Led	Havre 1994	Korn 1995	Potatis 1996 ¹	Havre 1997	Vårkorn 1998	Havre 1999	Potatis 2000	Korn 2001	Havre 2002	Vårkorn 2003	Höstraps 2004	Medel 1994-2004
A	3680	3960	8960	4970	4730	4970	100	3980	4110	2530=	1830	100
	=100	=100	=100	=100	=100	=100		=100	=100	100	=100	
B	97	134	108	109	109	102	100	92	109	124	135	111
C	86	71	108	112	114	99	110	112	117	140	192	115
D	101	129	95	110	107	103	85	109	119	118	180	114
E	100	93	90	101	96	95	103	108	72	111	110	98
F	113	126	93	112	104	101	95	107	97	125	171	113
G	108	96	93	101	100	95	96	116	95	138	127	106
H	112	132	108	104	107	94	84	114	94	142	160	114

¹ kg torrsustans per ha.

Under åren 1993-2002 odlades uteslutande vårstråsäd eller vårraps med insådda fånggrödor samt potatis med eftersådd rågfånggröda. För att få en mer varierad växtföljd med inslag av höstgrödor har försöksplanen ändrats något från och med 2003. Under 2003 odlades vårkorn med lika behandling i alla led för att studera efterverkans effekter av tidigare års behandlingar. Hösten 2003 såddes höstraps.

Resultat

Skördarna i försöket sedan dess start presenteras i tabell 43. Den kontinuerliga tillförsel av stallgödsel ser ut att ha ökat mineraliseringspotentialen i marken. Vid en parvis jämförelse (led A-B, C-D, E-F och G-H) har nettomineraliseringen efterverkansåret 2003 varit ca 5-17 kg större i led som tillförts stallgödsel än i led som tillförts handelsgödsel med undantag för led A och B som inte skiljer sig åt. Nettomineraliseringen visas i figur 32.



Figur 32. Nettomineralisering av kväve under april-juli 2003 (data från Helena Aronsson, avdelningen för vattenvårdslära, SLU, 018-672466).

Vid en jämförelse av led E-G och F-H kan man tänka sig att dessa skillnader beror på odling av fånggröda eller inte. Våren 2003 plöjdes en fånggröda ner i led G och H. Det är därför inte möjligt att särskilja den direkta effekten av fånggrödenedbrukningen under detta år från den som kan väntas av en långsiktig mullupbyggnad och som därmed också är mer beständig.

Jordbearbetning - kväveutlakning

Åsa Myrbeck

Mineralkväve som finns i markprofilen under hösten riskerar att lakas ut under senhösten och vintern. Jordbearbetning tidigt på hösten har inneburit väsentligt större innehåll av mineralkväve i marken i november jämfört med led som inte plöjdes förrän i november eller efterföljande vår. Utlakningen av kväve har varit minst från vårplöjning.

Inom försöksserie **R2-8405** anlades hösten 1992 ett försök på grovmo i Mellby utanför Laholm. Hösten 1993 utfördes de första bearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen (tabell 44). I försöket jämförs effekten på kväveutlakning av olika tidpunkter för plöjning i vårsådda grödor. Tidig höstplöjning jämförs med sen höstplöjning och vårplöjning. Den sena höstplöjningen utförs både med och utan fånggröda, samt med eller utan en föregående stubbearbetning som utförs samtidigt som den tidiga höstplöjningen. Dessutom jämförs effekten på kväveutlakning av inblandning eller

bortförsel av skörderesterna.

För att studera kvävemineraliseringen utförs analyser av mineralkväve (ammonium och nitrat) i jordprover från olika skikt ner till 90 cm djup. Fram till år 1999 beräknades nitratutlakningen från nitratkoncentrationen i markvattnet som provtagits med hjälp av sugceller och från avrinning från ett intilliggande försök. Kvävemineraliseringen beräknades utifrån mineralkvävemängder i jordprover, beräknad nitratutlakning och totalkväve i grödan.

Tabell 44. Försöksplan för försök R2-8405 i Mellby, Halland, och skörd (kg/ha och relativtal) som medel i genomsnitt för perioden 1994-2003 samt för år 2004.

Led	Plöjningstidpunkt, fånggröda	Halmbehandling	Vårstråsäd, medel 1994-2003	Våroljeväxter 2004
A	1:a v i sept	Nedbrukas	4865 =100	3560 =100
B	1:a v i sept	Bortföres	100	108
C	1:a v i nov	Nedbrukas	97	117
D	1:a v i nov	Bortföres	97	117
E	1:a v i nov	Nedbrukas	99	110
F	Eng rajgräs 1:a v i nov	Bortföres	102	111
G	Eng rajgräs 1:a v i nov ¹	Nedbrukas	101	72
H	Vår ²	Nedbrukas	85	80

¹ Stubbearbetning 1 gång omedelbart efter skörd

² Tidig vårsådd, utförd 1997, 1999, 2000, 2001, 2002 och 2003.

Hösten 2000 förändrades provtagningarna i försöket. Provtagningen av grödor och markvatten upphörde medan tätare mineralkväveanalyser av markprofilen ner till 90 cm djup infördes. Vi ville ta reda på när efter en jordbearbetning eller nedbrukning av en fånggröda mineraliseringen av organiskt material startar. På grund av problem med uppförökning av kvickrot i de vårplöjda rutorna infördes hösten 2001 putsning under hösten av halva rutorna. Kvickrotten är relativt känslig mot avslagning.

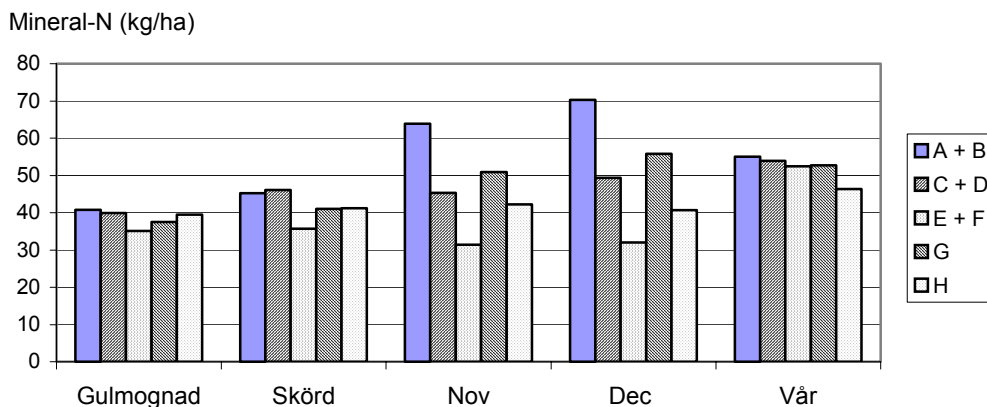
Resultat

Den något lägre genomsnittliga skörden i sent plöjda led än i tidigt plöjda led (tabell 44), sett till hela försöksperioden 1993-2004, härrör från ett par års kvickrotsinfektion i de sent plöjda leden de första försöksåren. Vårt att notera är att i leden med fånggröda skedde ingen motsvarande uppförökning av kvickrot trots sen plöjning. Kvickrotten bekämpades med Round-up hösten 1998 och 1999.

Bekämpningen lyckades bra men ogrästrycket har även under perioden 2000-2004 varit något högre i det vårplöjda ledet. Förhållandena mellan leden har förändrats, vad gäller skördenivåer, efter det att kvickrotsbekämpningen genomfördes. De sent plöjda leden har perioden efter bekämpningen givit högre skördar än de tidigt plöjda leden.

Skörden i det vårplöjda ledet har varit låg, speciellt de år då sådden utförts tidigt. Ledet har i större utsträckning än övriga varit utsatt för kvickrot, kråkfåglar och rotdödare (1999). Den tidiga vårsådden 2001 lyckades dock bra och gav den högsta skörden i försöket det året.

Figur 33 visar innehållet av mineralkväve (nitrat och ammonium) i 0-90 cm. Tidig höstplöjning och sen höstplöjning med föregående stubbearbetning har orsakat störst innehåll av mineralkväve i marken på hösten och störst utlakning. (För ytterligare resultat från utlakningsmätningarna se tidigare årsrapporter.) Led



Figur 33. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i marken i 0-90 cm i medeltal 1993-2003 vid respektive provtagningstidpunkt i de olika bearbetningsleden i försök R2-8405, Mellby (A+B = tidig höstplöjning, C+D = sen höstplöjning, E+F = sen höstplöjning med fånggröda, G = tidig stubbearbetning och sen höstplöjning och H = vårplöjning).

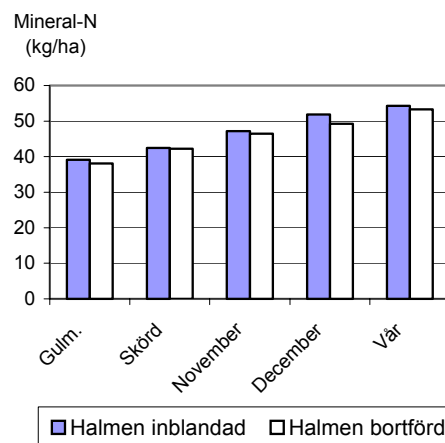
som plöjts på våren och led med fånggrödor har haft de lägsta halterna mineralkväve i marken under hösten.

Den tätare markprovtagningen som startade år 2000 visade att den ökade mineraliseringen efter den tidiga plöjningen skedde relativt snabbt efter bearbetningstillfället. Mängden mineralkväve ökade med i genomsnitt 10 kg/ha inom en 14-dagarsperiod. Ökningen var något större den första veckan än den andra. Motsvarande ökning perioden efter sen plöjning var betydligt lägre. Efter den tidiga stubbearbetningen var ökningen lite långsammare än efter tidig plöjning den första veckan och en större del av ökningen ägde istället rum under den andra veckan. I det tidigt stubbearbetade ledet fortsatte också mineralkvävet att öka i profilen hela hösten som en följd av den sena plöjningen medan det i det tidigt plöjda ledet minskade markant under november.

Det har ansetts att inbrukning av halm på hösten medför ökad immobilisering av kväve och därmed minskning av utlakningen. Effekten av nedbrukning respektive bortförel av halm från försöket på innehållet av mineralkväve i marken och på utlakningen av kväve har varit liten (figur 34). De sista åren har emellertid mineralkväveinnehållet i marken varit

något högre där halmen brukats ner än där den förts bort.

Kontaktperson vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-67 12 13



Figur 34. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i marken i 0-90 cm 1993-2003 i de två olika halmbehandlingarna i försök R2-8405, Mellby, vid respektive provtagningstidpunkt och år (halmen nedbrukad = medeltal av A+C+E, halmen bortförd = medeltal av B+D+F).

Kväveeffektiv jordbearbetning

Åsa Myrbeck

Enskilda jordbearbetningsåtgärder och tidpunkten för åtgärderna har i tidigare studier i fält visats ha stor betydelse för utlakningen av kväve. Två olika jordbearbetningssystem jämförs i en sexårig växtföljd på en grovmjord i Halland. Skillnaderna i kväveutlakning har varit stora mellan systemen och försöket visar att det är möjligt att spara kväve genom att anpassa metoderna för jordbearbetning till växtföljden.

Jordbearbetningen har en nyckelroll då det gäller att reglera de omsättningar av kväve i marken som kan leda till kväveförluster. Genom jordbearbetningen stimuleras och initieras nedbrytning av organiskt material samt därmed kvävemineralisering och frigörelse av nitrat. Med hänsyn till miljön blir det i framtidens jordbruk viktigt att med hjälp av jordbearbetningen styra kväveomsättningen så att kvävefrigörelse minimeras under de årstider då risk för kväveförluster föreligger.

Dessa aspekter belyser vi i ett fältförsök på Mellby i serie **R2-8407**. Fältförsöket skall också utgöra en integrerad del av de undersökningar som bedrivs i övrigt vid Mellby.

Försöket etablerades 1996 då sex rutor specialtäckdikades på Mellby i Halland. I försöket jämförs två olika jordbearbetningssystem med tre upprepningar. Det ena (A) systemet betraktas som konventionellt och det andra (B) som ett kväveeffektivt system (tabell 41). Hösten 1998 utfördes de första jordbearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen. Skörden av raps 1999, liksom skörden

av höstvetete 2000, var högre i det kväveeffektiva systemet (tabell 42). Direktsådden av höstvetete gav en väl etablerad gröda och skörden såg inte ut att påverkas negativt av rajgräset som såddes in på våren. De tre senaste åren har emellertid skörden varit högre i det konventionella systemet. En trolig orsak är det högre ogrässtrycket i det kväveeffektiva ledet vilket i sin tur kan ha varit en följd av att ledet vårplöjdes 2001 och 2004. Skördeåret 2003 och 2004 etablerade sig tyvärr kvickroten kraftigt i försöket och då speciellt i de försöksrutorna som ingår i det kväveeffektiva ledet. Detta fick negativa konsekvenser för skörden.

Mängden dräneringsvatten från respektive ruta mäts och analyseras på kväveinnehållet. Likaså bestäms mineralkväveinnehåll i markprofilen och kväveinnehållet i grödorna i försöket. Under fem år har 84 kg mindre nitratkväve läckt från det kväveeffektiva systemet än från det konventionella (figur 52), förmodligen beroende på lägre mineralkvävehalter i marken under hösten och vintern (figur 53).

Tabell 41. Växtföljd och jordbearbetning i försöket R2-8407

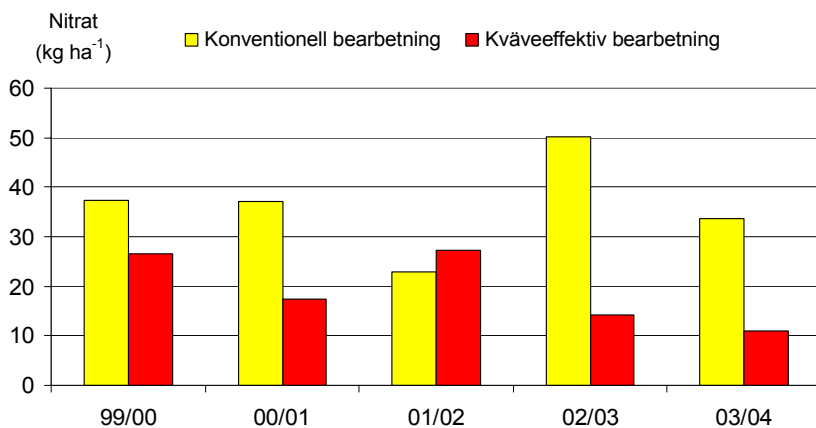
År	Gröda	A. Konventionellt bearbetningssystem	B. Kväveeffektivt bearbetningssystem
1999	Våroljevaxter	Plöjning genast efter skörd. Sådd av höstvetete sent i september.	Direktsådd av höstvetete tidigt i september
2000	Höstvetete	Stubbearbetning ca 1 september. Sen höstplöjning ca 20 oktober.	Insådd av fånggröda i höstsåden. Vårplöjning med tiltpackare våren 2001.
2001	Vårkorn med insådd	Sådd av korn och insådd av klöver/gräsvall vid normal tidpunkt.	Tidig sådd av korn och insådd av klöver/gräsvall.
2002	Gröngödsling	Plöjning samtidigt som i led B. Sådd av höstvetete sent i september.	Plöjning en vecka före sådd av höstvetete. Sådd i början av september.
2003	Höstvetete	Stubbearbetning i början av september. Plöjning ca 20 oktober.	Insådd av fånggröda i höstsåden. Vårplöjning våren 2004.
2004	Vårkorn	Sådd av korn och insådd av engelskt rajgräs vid normal tidpunkt.	Tidig sådd av korn och insådd av rajgräs.

Försöket finansieras inom SLU:s ram för långliggande fältförsök samt av Stiftelsen Lantbruksforskning. Kontaktpersoner vid

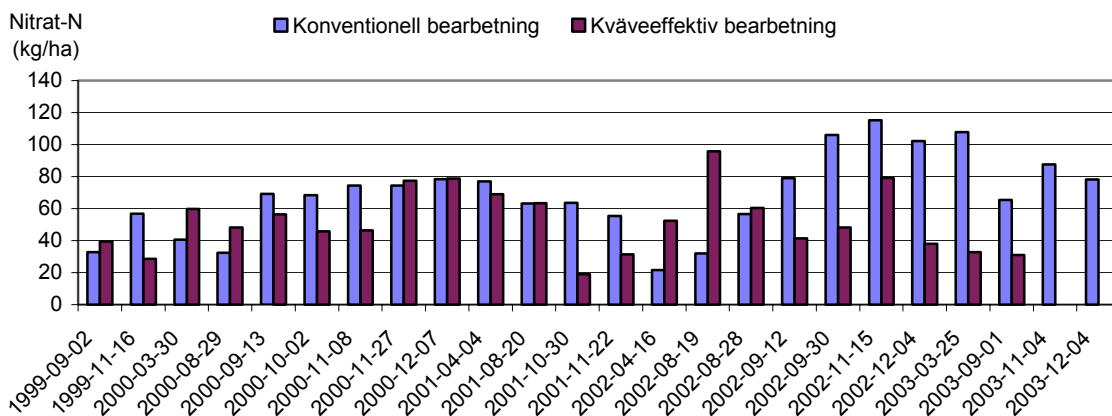
avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213 och Tomas Rydberg, 018-671200

Tabell 42. Skörd (kg/ha) i försök R2-8407 1999-2004. (År 2002 odlades en grön gödningsskär)

Bearbetnings-system	Våraps 1999	Höstvete 2000	Vårkorn 2001	Höstvete 2003	Vårkorn 2004	Medel 1999-2004
Konventionellt	2770	6140	5030	4370	4840	4630
Kväveeffektivt	3110	6490	4920	2880	4690	4420
Signifikans	n.s. (LSD 930)	n.s. (LSD 520)	* (LSD 100)	** (LSD 640)	n.s. (LSD 410)	



Figur 52. Nitratutlakning (kg N ha⁻¹) under de hydrologiska åren 99/00 - 03/04.



Figur 53. Mineralkväve i marken (0-90 cm) i de båda bearbetningssystemen fr o m september 1999 t o m december 2003.

Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord

Åsa Myrbeck

Har utebliven eller senarelagd plöjning samma effekt på kväveutlakningen på en styv lera som på en sandjord? Detta har studerats i den här försöksserien. Under det gångna året har vi även undersökt hur markstrukturen i försöket påverkats av långvarigt bruk av utebliven eller senarelagd plöjning liksom plöjningsfri odling.

Försök på lätta jordar har visat att utebliven eller minskad jordbearbetning på hösten leder till minskad kväveminalisering under hösten och därmed minskad risk för kväveutlakning. Om effekten är densamma på lerjordar är mindre känt. Försöksserie **R2-8408** lades ut under 1997 och de första bearbetningarna utfördes under hösten samma år. De tio leden visas i tabell 47. Försöket genomförs i tre block.

I det här försöket jämför vi, förutom tidpunkten för höstbearbetningen, även

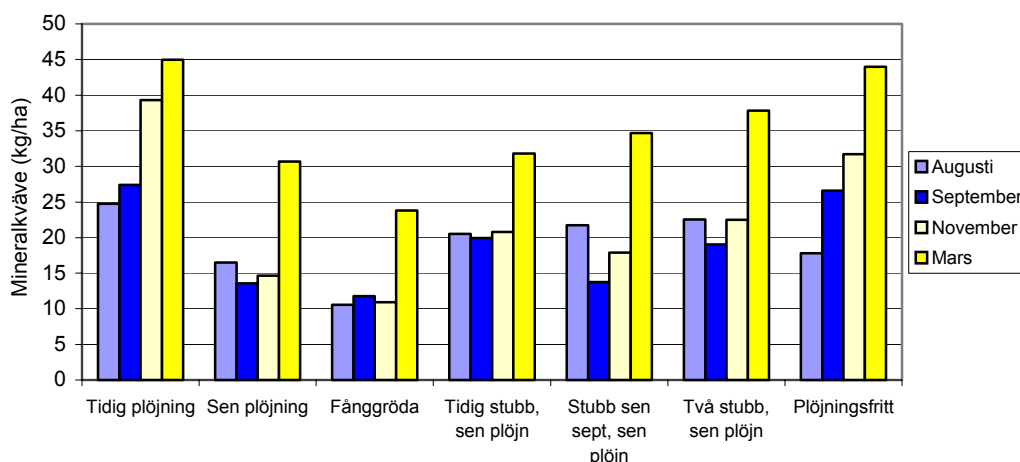
plöjningsfri odling med konventionella system ur läckagesynpunkt. På lätta jordar har vi ej kunnat göra den jämförelsen. I försöket tas kväveprofiler ut vid flera tillfällen under året. Gröda och fånggrödor analyseras också på innehåll av kväve under säsongen.

Under år 2004 har vi undersökt en rad markfysikaliska parametrar för att försöka svara på hur de olika bearbetningsstrategierna påverkar markstrukturen på längre sikt.

Tabell 47. Försöksplan försök R2-8408 och skörd (kg/ha och relativt) 1997-2004

Led	Jordbearbetning	Vårkorn 1997 ¹	Havre 1998	Vårkorn 1999	Havre 2000	Vårkorn 2001	Havre 2002	Vårkorn 2003	Havre 2004	Medel 97-04
A	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen nedbrukas	6530 =100	4530 =100	4580 =100	3850 =100	4810 =100	4490 =100	2800 =100	5120 =100	100
B	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen bortföres	98	91	107	110	99	96	103	87	101
C	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen nedbrukas	100	101	94	90	87	82	112	86	94
D	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen bortföres	97	90	110	106	93	90	101	85	97
E	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (eng.-rajgräs), halmen bortföres	102	97	104	106	90	90	122	72	100
F	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (cikoria), halmen bortföres	101	99	96	97	88	88	71	63	89
G	Stubbearbetning ca 1.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)	106	94	102	102	92	94	105	84	95
H	Stubbearbetning ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)	102	98	100	97	91	92	108	91	97
I	Stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)	101	91	106	109	93	96	112	79	100
J	Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas	103	99	97	101	92	96	129	103	100
Sign		-	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	***	**	-

¹De första bearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen genomfördes efter skörd 1997.



Figur 37. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i marken i 0-90 cm i medeltal 1997-augusti 2003 vid respektive provtagningstidpunkt i de olika bearbetningsleden.

Resultat

Skillnaderna i innehåll av mineralkväve i marken mellan tidigt och sent bearbetade led var små både sen höst och vår under åren 1997-2001. Under höstarna 2002 och 2003, som var betydligt torrare än de förra, uppmättes dock högre mineralkväveinnehåll efter tidig bearbetning än efter sen. Detta indikerar att vi de regniga höstarna har haft kväveförluster från försöket men kanske inte genom utlakning utan andra förlustprocesser. Mängden mineralkväve i marken i genomsnitt för åren 1997-2003 presenteras i figur 37.

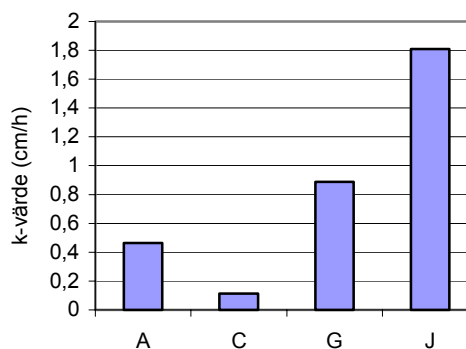
Skillnaderna i avkastning vid jämförelse



Nerslagning av infiltrationsringar

mellan tidig och sen höstplöjning och mellan plöjning och plöjningsfri höstbearbetning har varit ganska små (tabell 47). I genomsnitt har skörden i tidigt bearbetade led varit något högre än i sent bearbetade led. En orsak skulle kunna vara att marken i de sent bearbetade leden har fått sämre struktur på grund av ogynnsamma förhållanden vid bearbetningen.

De resultat som hittills finns från de markfysikaliska undersökningarna visar inte på några tydliga skillnader mellan tidig och sen höstplöjning. Infiltrationen i alven presenteras i figur 38 och



Figur 38. Infiltration(cm/h) i alven i april 2004 i R2-8408 på Lanna.

penetrationsmotståndet i figur 39. Däremot skiljer den plöjningsfria odlingen sig från övriga led med högre infiltration och högre penetrationsmotstånd i matjorden. Undersökningarna av såbädden som gjordes efter sådd visade på en högre vattenhalt i de rutor som plöjts tidigt på hösten än i de som plöjts sent (tabell 48). Vattenhalten i såbotten skilde sig inte åt.

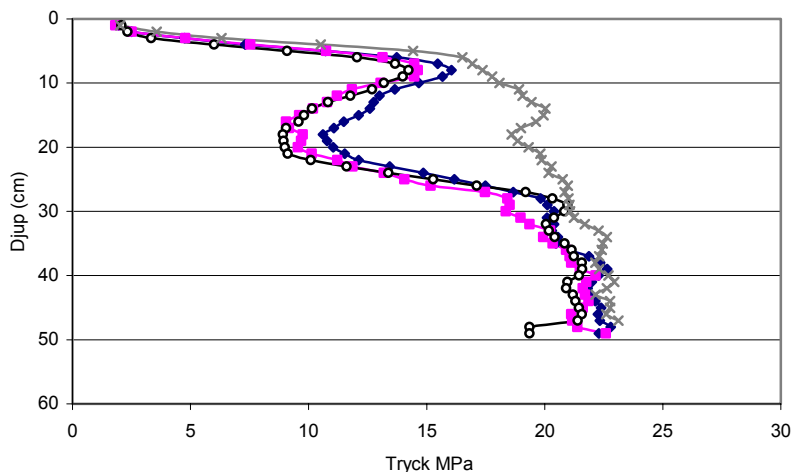
Tabell 48. Vattenhalt (viktsprocent; vikt vatten/vikt torr jord) i såbädd respektive såbotten efter sådd 2004

Led	Såbädd	Såbotten
A	11,56a	21,1b
C	8,9b	21,5ab
G	11,0a	21,2b
J	10,7a	23,1a

För studien av långsiktiga förändringar i marken har prover även tagits för analys av porstorleksfördelning, skrymdensitet, aggregatstabilitet, potentiell mineralisering och innehåll av totalkväve och totalkol. Proverna analyseras för närvarande och resultaten kommer att presenteras i nästa årsrapport.

Projektet finansieras av Jordbruksverket och genomförs i samarbete med Börje Lindén och Maria Stenberg, SLU i Skara.

Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213, och Tomas Rydberg, 018-671200.



Figur 39. Penetrationsmotstånd (MPa) i skiktet 0-50 cm i försök R2-8408.

Direktsådd av höstvetete för bättre kväveutnyttjande

Åsa Myrbeck

Ett flertal fältförsök har visat att jordbearbetning tidigt på hösten stimulerar kvävemineraliseringen och ökar risken för kväveläckage under höst och vinter. Eftersom en höstvetegröda tar upp förhållandevis små mängder kväve under hösten innebär konventionell etablering av höstvetete att en del av det kväve som mineraliseras till följd av bearbetningen riskerar att läcka ut under hösten och vintern. Hösten 2002 startades en försöksserie där vi undersöker hur mineraliseringen av kväve påverkas om höstvetetet istället direktsås eller om reducerad bearbetning tillämpas.

Vi vet idag att tidig höstplöjning kan orsaka ökad utlakning av och sämre hushållning med kväve jämfört med om marken är obrukad under hösten. Det har också visats att den stimulering av kvävemineraliseringen som en bearbetning har verkar vara positivt korrelerad med bearbetningsdjupet. En stubbearbetning till 10 cm djup har t ex ökat kvävemineraliseringen ungefär hälften så mycket som en plöjning till 20 cm vid samma tidpunkt (se R2-8405).

Kväveupptaget i en höstvetegröda (ofta inte mer än drygt 10 kg) står inte i proportion till den stimulerande effekt på kvävemineraliseringen som en tidig höstbearbetning har. Vid direktsådd av höstvetete minskar dock bearbetningen och därmed stimuleringen av kvävemineraliseringen och risken för kväveutlakning. Även vid en mycket ytlig bearbetning innan sådd av höstvetete borde mineraliseringen minska jämfört med vid traditionell plöjning.

I försöksserien **R2-4046** studerar vi i vilken grad direktsådd av höstvetete efter oljevaxter

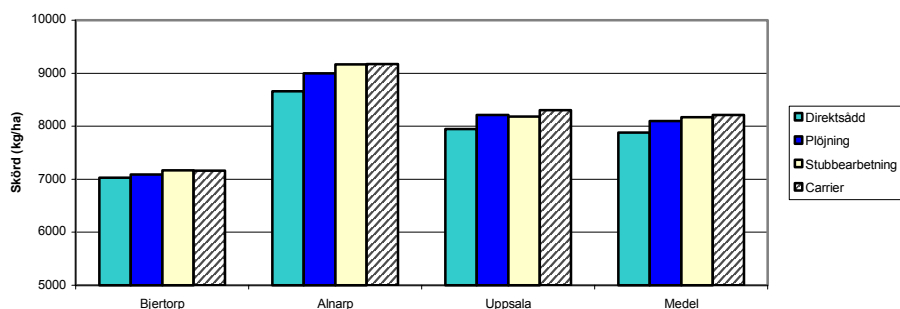
påverkar mineraliseringen av kväve i marken under hösten och etablering av grödan jämfört med konventionell sådd av höstvetete efter tidig höstplöjning. Vidare undersöks hur en grund bearbetning (5-7 cm) med Väderstad Carrier med efterföljande sådd av höstvetete påverkar mineraliseringen av kväve samt etableringen av grödan. Denna grunda bearbetning kan förväntas ha en positiv ogräseffekt samt en utjämnande effekt på markytan vilken inte erhålls vid direktsådd. Som en alternativ grund bearbetning prövas också Lemkens ekipage Smaragd och Solitaire som är en kultivator av gåsfotsmodell åtföljd av en såmaskin. Försöksplanen presenteras i tabell 49.

Direktsådd av höstvetete innebär också lägre kostnader inom spannmålsodlingen jämfört med höstplöjning och såbäddsberedning. Projektet utförs på tre platser i Sverige; i Skåne, Västergötland och Uppland.

Tabell 49. Försöksplan försök R2-4046

Led	Såbäddsberedning och sådd
A	Direktsådd av höstvetete med Väderstad Rapid.
B	Konventionell sådd av höstvetete vid normal såtidpunkt. Stubbearbetning vid normal tidpunkt för höstbearbetning. Efter stubbearbetning, plöjning och konventionell såbäddsberedning.
C	Sådd av höstvetete med Väderstad Rapid efter stubbearbetning (9-12 cm)
D	Sådd av höstvetete med Väderstad Rapid efter grund bearbetning med Väderstad Carrier (5-7 cm)
E	Referensled, obearbetat och osått
F ¹	Sådd av höstvetete med Lemkens ekipage Smaragd (grund kultivering) och Solitaire (sådd)

¹ Endast år 2002 i Skåne.



Figur 40. Skörd av höstvetete på försöksplatserna i Västergötland, Skåne och Uppland (Uppsala) samt i genomsnitt för alla platserna. Medelvärden för år 2003-2004.

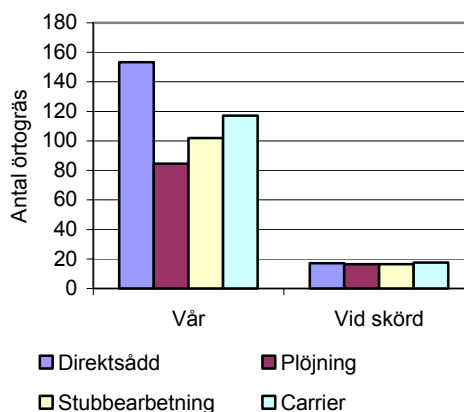
Resultat

Det första året (2003) var avkastningen ungefär densamma i de led som direktsåts som i de led som plöjts. År 2004 gav direktsådden något lägre skörd än plöjningen. I genomsnitt för de två åren är det leden som stubbearbetats och bearbetats med Carrier som haft de högsta skördarna (figur 40). Carrier har fungerat speciellt bra i försöket i Uppsala.

Direktsådden av höstvetete har gynnat ogräsen (figur 41) men även stubbearbetning och bearbetning med Carrier har inneburit ökad ogräsförekomst jämfört med plöjning. Skillnaderna har varit tydligast på våren för att sedan avta under sommaren fram till skörd.

De olika bearbetningarnas påverkan på mängdena mineralkväve i marken under hösten i försöken i Uppland, Västergötland och Skåne presenteras i figur 42-44. I Uppland och i Skåne återfanns ca 10 kg mer mineralkväve i markprofilen på hösten efter plöjning än efter direktsädd. Att kvävemängderna i Västergötland är så pass stora i leden som stubbearbetats och bearbetats med Carrier beror delvis på att det år 2003 fanns mer kväve i dessa led än i de övriga redan innan bearbetningen

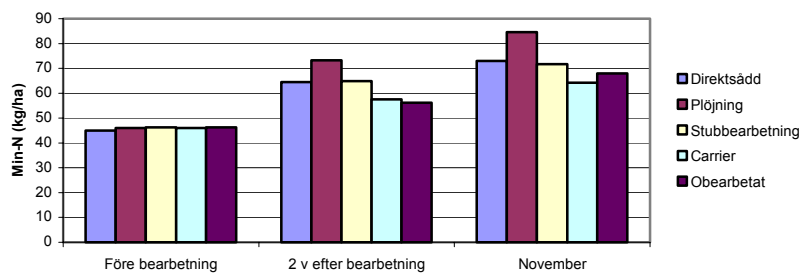
utfördes. För att kunna dra några slutsatser av markprovtagningen är det önskvärt med resultat från flera år. Försöket är tänkt att pågå i totalt tre år.



Figur 41. Antal örtogräs/m² på våren och vid skörd i medeltal för samtliga försöksplatser och år.

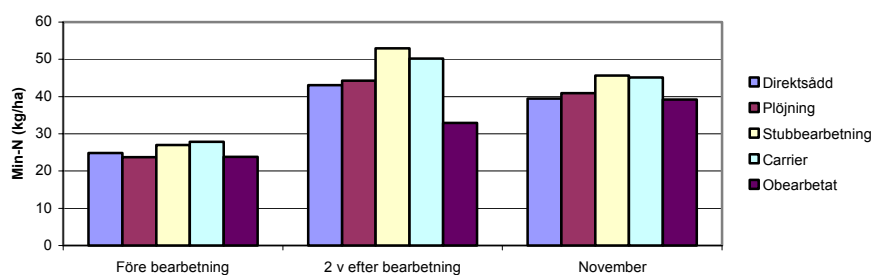
Försöket finansieras av Stiftelsen Lantbruksforskning. Kontaktperson vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213

Ultuna, Uppland
2003-2004, 0-60 cm,



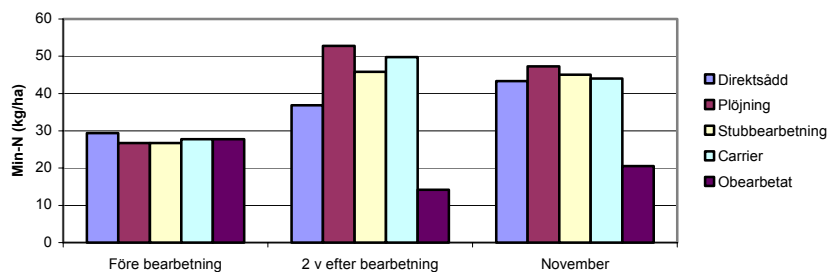
Figur 42. Mineralkväve i marken, 0-60 cm djup, vid tre tillfällen under hösten på försöksplatsen i Uppland.

Västergötland
2003-2004, 0-60 cm



Figur 43. Mineralkväve i marken, 0-60 cm djup, vid tre tillfällen under hösten på försöksplatsen i Västergötland.

Lönnstorp, Skåne
2003-2004, 0-60 cm



Figur 44. Mineralkväve i marken, 0-60 cm djup, vid tre tillfällen under hösten på försöksplatsen i Skåne.

Effekter av skorpbygning på våren i ekologisk höstsäd

Åsa Myrbeck

Vilken ogräseffekt kan man få i samband med skorpbygning på våren i höstsäd och hur stor kan en eventuell ökning av kväve mineraliseringen bli? För att besvara dessa frågor startades hösten 2002 ett försök på en styv lera och en mellanlera i Uppsala. Försöket är ekologiskt.

I detta försök, **R2-6121**, undersöker vi vilken ogräseffekt man kan få i samband med skorpbygning på våren i höstsäd. Också den eventuella kväve mineraliseringen som erhålls efter skorpbygningen mäts under efterkommande period. Försöket utförs som blockförsök med fyra upprepningar på en styv lera och en lättlera i Uppsala. Försöksplanen presenteras i tabell 50.

Val av jordbearbetningssystem kan vara av avgörande betydelse för resultaten vid ekologisk odling. Jordbearbetning och andra tekniska åtgärder ersätter stora delar av den kemiska bekämpningen av ogräset. Metoder och tidpunkt för jordbearbetning påverkar också bl a markstrukturen, omsättningen av den organiska substansen och tillgängligheten av växtnäringen.

På våren är ofta markytan i höstsådda grödor igenslammad och täckt av en skorpa. Genom att utföra en broddharvning tidigt på våren erhålls en positiv effekt på ogräs samtidigt som mineraliseringen av markens organiska material ökar genom den bearbetning av jorden som görs. En broddharvning skapar också ett avdunstningsskydd genom att det översta jordlagret luckras. Man kan också vänta sig att få en positiv effekt på bestockningen.

Resultaten från år 2003 och 2004 visar att skörden påverkats positivt av skorpbygningen, tabell 51. Effekten på

skörden skiljer sig mellan åren, men i de flesta fall har skorpbygningen gett en ökad skörd jämfört med utebliven skorpbygning. På lättlera har ogräsharven fungerat bäst medan crossboardvälten gett störst skördeökning på styvare lera.

Ogräsmängden på försommaren på den styva lera minskades betydligt genom skorpbygning år 2003 men hade ingen signifikant betydelse år 2004. På lättlera var s-pinneharven det enda redskap som gav någon tydlig ogräseffekt. Skillnaden mellan leden i ogräsmängd vid skörd var obetydlig på båda jordarna. Ogräsmängden en månad efter skorpbygningen som ett snitt av de två åren presenteras i figur 45.

Skorpbygningen visade sig öka kväve mineraliseringen med mellan 5 och 10 kg per hektar under en fyraveckorsperiod efter bearbetningen (data från ett år). Mängd mineraliserat kväve i de olika leden år 2003 presenteras i figur 46. Mineraliseringen är beräknad utifrån uppmätta mineralkvävemängder i matjorden (0-20 cm djup) och mängd upptaget kväve i grödan vid olika tidpunkter. Beräkningarna är gjorda för två perioder; 1:a och 2:a veckan respektive 3:e och 4:e veckan efter genomförd skorpbygning.

Kontaktperson vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213.

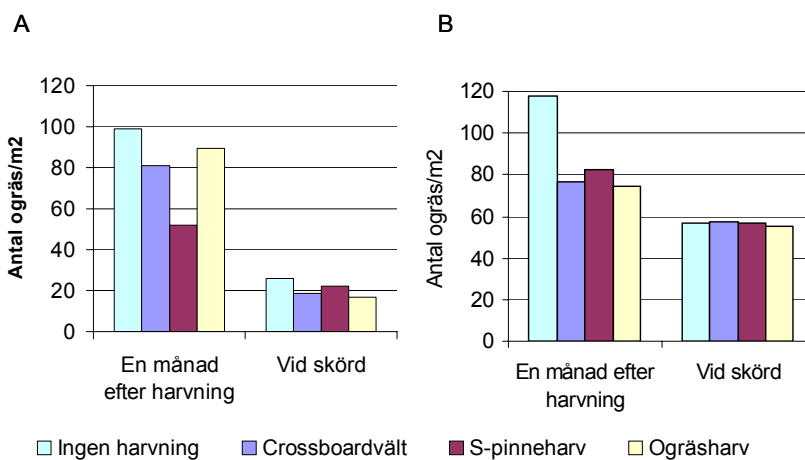
Tabell 50. Försöksplan i försök R2-6121

Led	Såbäddsbredning och sådd
A	Skorpbygning med hjälp av Väderstad crossboardvält (2-3 cm djup)
B	Skorpbygning med hjälp av s-pinneharv
C	Skorpbygning med hjälp av ogräsharv
D	Referensled, ingen skorpbygning

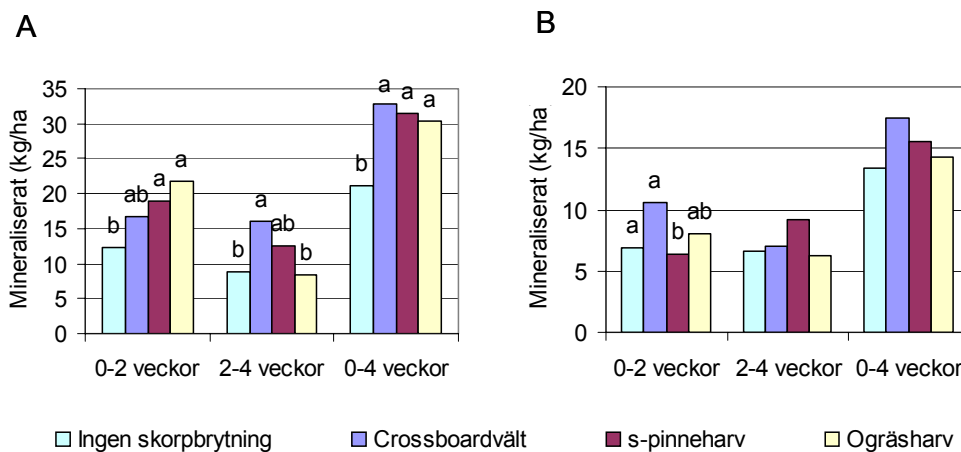
Tabell 51. Skörd (kg/ha) år 2003 och 2004 samt som medel för de två åren på lättare respektive styvare lera

	Bearbetning	2003	2004	Medel
Lättlera	Crossboardvält	4460	2370	3415
	S-pinneharv	4250	2360	3305
	Ogräsharv	4590	2460	3525
	Ingen skorpbygning	3950	2520	3235

Styv lera	Crossboardvält	2240	5320	3780
	S-pinneharv	2010	5180	3595
	Ogräsharv	2040	5350	3695
	Ingen skorpbygning	2040	5270	3655



Figur 45. Ogräsmängd en månad efter skorpbygning/harvning samt vid skörd på lättare lera (A) och styvare lera (B). Medelvärden av två år.



Figur 46. Mängd mineraliserat kväve i matjorden (0-20 cm djup) efter broddharvning på våren 2003 på styv lera (A) och lättlera (B) under perioderna 0-2 veckor och 2-4 veckor efter utförd broddharvning samt totalt för båda perioderna. Beräknat utifrån uppmätta mineralkvävemängder i matjorden (0-20 cm djup) och mängd upptaget kväve i grödan. Värderna med olika bokstäver är signifikant skilda ($P < 0,05$).

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Nr	År	
1	1968	Inge Håkansson. Fysikalisk och kemisk beskrivning av markprofiler från 8 platser i Uppland och Västergötland. 128s.
2	1968	Inge Håkansson. Några synpunkter på forskning och försöksverksamhet i jordbearbetning. 6s.
3	1968	Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson. Försök med harvning till vårsäd 1941-1959. 29s. <i>Field trials with harrowing to spring-sown cereals 1941-1959. 29pp.</i>
4	1968	Åke Huhtapalo, Reijo Heinonen. Inledande försök med gödsel radmyllning kombinerat med sådd 1964-1966. 37s.
5	1968	Lennart Henriksson. Orienterande försök med bearbetning till höstvet. 7s.
6	1968	Lennart Henriksson. Försök med olika såtider. 7s.
7	1968	Reijo Heinonen. Berättelse över studieresa till Sovjet den 11-26 Juli 1967. 13s.
8	1968	Inge Håkansson. Markfysikaliska studier i ett växtföljdsförsök på Ås den 15-16 juli 1966. 13s.
9	1968	Bo Thente. Luftpermeabilitetsmätning som markfysikalisk undersökningsmetod. 41s.
10	1968	Reijo Heinonen, Åke Huhtapalo. Besvarade och obesvarade frågor om radmyllning av kvävegödsel. 13s.
11	1968	Lennart Fergedal. Försök med jordpackning vid olika tidpunkter på våren. År 1967. 9s.
12	1968	Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson. Alvluckningsförsök 1937-1963. 32s.
13	1968	Reijo Heinonen. Tidig vårsådd. Växtfysiologiska och ekologiska synpunkter på aktuella tendenser i såbäddsberedning och sådd av stråsäd. 19s.
14	1968	Erik Jakobsson. Plöjningsförsök med olika tiltbredder och vändskiveformer. 10s.
15	1968	Lennart Henriksson. Försök med grund plöjning. 9s.
16	1968	Stig Ledin. Olika halmnedbrukningsmetoders verkan på kvickrot och på några frögräs. 21s.
17	1969	Inge Håkansson, Börje Gillberg. Lufttrycket i traktordäcken under fältarbeten. En stickprovsundersökning hösten 1968. 32s. <i>Investigation into the inflation pressure of the tires of Swedish tractors engaged in field work. 32pp.</i>
18	1969	Göte Bertilsson. Studier över tryckets markpåverkan. 67s.
19	1969	Peter Edling, Nils M. Nilsson, Inge Håkansson. Sju skånska försök med alvluckring och djupplöjning 1964-68. 26s. <i>Seven experiments with subsoiling and deep ploughing in Southwestern Sweden 1964-68. 26pp.</i>
20	1969	Bengt Reimersson, Gunnar Falk. Försök på Persbo gård 1968 med minskad jordpackning. 8s. <i>A field experiment with reduced soil compaction on a clay soil. 8pp.</i>
21	1970	Lennart Henriksson. Olika redskapstyper för stubbearbetning. Jämförelser av arbetssätt och arbetsresultat. 19s. <i>Different types of implements for stubblecultivation. A study of working methods and working results. 19pp.</i>
22	1970	Inge Håkansson, Lennart Fergedal. Försök med jordpackningens ackumulativa efterverkningar. Preliminär redogörelse. 21s.

- Experiments with the accumulative after-effects of soil compaction. Preliminary report. 21pp.*
- 23 1971 Göran Kritz, Inge Håkansson. Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969-70. 43s.
- Investigation into seedbed preparation and properties of the seedbed on spring sown fields in Sweden, 1969-1970. 43pp.*
- 24 1971 Lennart Henriksson. Tilljämning av plogtiltan på hösten. Försök med höstharvning och tillsatsredskap till plogen. 68s.
- 25 1971 Ann Pettersson. Nya redskap för gödselplacering och sådd. 50s.
- 26 1971 Lennart Fergedal. Jordpackning med traktor vid olika tider för vårsådd. 140s.
- 27 1971 Göran Kritz. Jordbearbetningsforskning i Europa. Rapport från en studieresa. 16s.
- 28 1972 Helmut Frese. Zur Frage spezialisierter oder interdisziplinärer Forschung am Boden. 15s.
- 29 1972 Inge Håkansson, Sven Alvelid. Två försök i Kalmar län med halmnedplöjning för att minska vinderosionen. 4s.
- 30 1972 Ann Pettersson, Sten Wikström. Inledande undersökningar om radmyllning till potatis. 50s.
- 31 1972 Peter Edling, Lennart Fergedal. Modellförsök med jordpackning 1968-69. 71s.
- 32 1973 Åke Huhtapalo, Ann Wikström, Sten Wikström. Försök med kombisåmaskiner 1971-72. 46s.
- 33 1973 Inge Håkansson. Tung körning vid skörd av slättervall. Tre försök på Röbäcksdalen. 1969-72. 20s.
- Effect of heavy machinery when harvesting ley crops. Three field experiments in northern Sweden 1969-72. 20pp.*
- 34 1973 Göran Kritz. Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969-72. Maskinanvändningen på provplatserna. 76s.
- 35 1973 Lennart Henriksson. Redskap för såbäddsberedning. Undersökningsmetoder och inledande studier. 35s.
- Implements for seedbed preparation. Methods of investigation and preliminary studies. 35pp.*
- 36 1973 Inge Håkansson, Jozsef von Polgár. Försök åren 1969 och 1970 med en maskin för kombinerad såbäddsberedning och sådd (Svenska Sockerfabriks AB:s vårbrukningsmaskin). 26s.
- Experiments in the years 1969 and 1970 with a machine for combined seedbed preparation and sowing. 26pp.*
- 37 1974 Lennart Engström. Intervjuundersökning om extremt tidig sådd våren 1973. 33s.
- A sampling study into extremely early spring sowing in Sweden in 1973. 33pp.*
- 38 1974 Lennart Henriksson. Studier av några jordbearbetningsredskaps arbetsätt och arbetsresultat. 144s.
- Studies of the mode of working and the working results of some soil tillage implements. 144pp.*
- 39 1975 Tomas Rydberg. Plöjningsfri odling i Sverige. En intervjuundersökning 1974. 21s.
- 40 1975 Ulf Olsson. Redskap för såbäddsberedning, arbetsätt och arbetsresultat. 55s.
- Implements for seedbed preparation; studies of the mode of working and the working results. 55pp.*
- 41 1975 Inge Håkansson. Rapport över studieresa till USA hösten 1974. 15s.

- 42 1976 Inge Håkansson. Elva försök med alvluckring och djupplöjning i Syd- och Västsverige 1964-1975. 35s.
Eleven Swedish field experiments with subsoiling and deep ploughing 1964-1975. 35pp.
- 43 1976 Peter Edling. Redskap och intensitet vid vårbruk till potatis. Resultat av 11 försök i Norrland 1965-1969. 10s.
Eleven experiments in northern Sweden with spring tillage for potatoes. 10pp.
- 44 1976 Göran Kritz. Såbäddens utformning på vårsådda fält III. Stickprovsundersökning 1969-72. Primärdata för 300 provplatser. 76s.
Seed bed preparation and properties of the seed bed in spring sown fields in Sweden III. Sampling investigation 1969-72. Primary results from 300 investigated places. 76pp.
- 45 1976 Proceedings of the 7th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTRO.
- 46 1976 Inge Håkansson, Jozsef von Polgar. Modellförsök med såbäddens funktion. I. Såbädden som skydd mot avdunstning. 52s.
Model experiments into the function of the seedbed. I. The seedbed as a protective layer against drought. 52pp.
- 47 1976 Lars Gunnar Nilsson. Texturanalys och jordartsklassifikation. Rapport från ett NJF-symposium i Uppsala 1976-03-09. 26s.
- 48 1976 Inge Håkansson. Olika grödors känslighet för packningsgraden i matjorden. Två försök med vallväxter 1971-74. 17s.
The sensitivity of different crops to the degree of compactness in the plough layer. Two field experiments with forage crops 1971-74. 17pp.
- 49 1976 Göran Kritz. Såbäddens utformning på vårsådda fält IV. Stickprovsundersökning 1969-72. En översiktlig studie av några viktiga faktorer. 33s.
Seed bed preparation and properties of the seed bed in spring sown fields in Sweden IV. Sampling investigation 1969-72. A general survey of some important factors. 33pp.
- 50 1977 Såbäddsberedning och sådd. Uppsatser presenterade vid Lantbrukshögskolans försöksledarmöte 1977.
- 51 1977 Lennart Henriksson. Stubbearbetsredskapens arbetsresultat med hänsyn till mark- och halmförhållandena. 32s.
The results given by implements for stubble cleaning with regard to different soil- and straw conditions. 32pp.
- 52 1977 Arne Ljungars. Olika faktorerers betydelse för traktorernas jordpackningsverkan. Mätningar 1974-1976. 43s.
Importance of different factors on soil compaction by tractors. Measurements in 1974-1976. 43pp.
- 53 1977 Inge Håkansson, József von Polgár. Modellförsök med såbäddens funktion. II. Försök med skiktade och oskiktade såbäddar. 22s.
Model experiments into the function of the seedbed. II. Experiments with stratified and unstratified seedbeds. 22pp.
- 54 1978 Ulf Olsson. Harvens konstruktion och harvningens utförande - inverkan på bearbetningsresultatet. 28s.
Influence of harrow construction and harrowing on the tillage result. 29pp.
- 55 1978 Olle Wallbom, Kjell Wretler. Förekomsten av några viktiga växtskadegörare vid plöjningsfri odling. 29s.
Occurrence of some important plant diseases on ploughless cereal cropping. 29pp.

- 56 1978 Åke Huhtapalo. Kombisådd av kväve och fosfor till vårsäd. 27s.
Combi-drilling of nitrogen and phosphorus with spring cereals. 27pp.
- 57 1979 Inge Håkansson. Försök med jordpackning vid hög axelbelastning. Markundersökningar 1-2 år efter försökens anläggande. 15s.
Experiments with soil compaction at high axle load. Soil investigations 1-2 years after the experimental compaction. 15pp.
- 58 1979 Inge Håkansson, József von Polgár. Modellförsök med såbäddens funktion. III. Försök med syrebrist i såbädden. 17s.
Model experiments into the function of the seedbed. III. Experiments with oxygen deficiency in the seedbed. 17pp.
- 59 1980 Tomas Rydberg. Storparcellförsök med plöjningsfri odling, 1976-78. 21s.
Big-plot experiments with ploughless farming, 1976-78. 21pp.
- 60 1980 Working group on soil compaction by vehicles with high axle load. Report of meeting in Uppsala 1980. 56pp.
- 61 1981 Behovet av forskning och försök inom mark-teknikområdet. En inventering utförd av samarbetskommittén för mark-teknik vid Sveriges Lantbruksuniversitetets Lantbruksvetenskapliga fakultet. Sekreterare: Lennart Henriksson. 46s.
- 62 1981 Skördevariationerna i växtodlingen - orsaker och motåtgärder. Seminarium anordnat av Samarbetskommittén för Mark-Teknik på Ultuna 1981-04-09. 64s.
- 63 1981 Nils M. Nilsson. Plöjningsdjup och tiltbredder vid höstplöjning. 30s.
Ploughing depths and widths of furrow slice in autumns ploughing. 30pp.
- 64 1982 Jan Cederlund. Kombinerad bearbetning och sådd (harvsådd). Examenarbete. 54s.
- 65 1983 Göran Kritz. Såbäddar för vårstråsäd. En stickprovsundersökning. 187s.
Physical conditions in cereal seedbeds. A sampling investigation in Swedish spring-sown fields. 187pp.
- 66 1983 N.M. Nilsson. Höst- eller vårplöjning till vårsådd på kapillära jordar. Resultat från 12 fältförsök åren 1971-75. 57s.
Autumn- or spring ploughing before spring sowing on capillary soils. Results from 12 field trials during 1971-1975. 57pp.
- 67 1984 Berth Mårtensson. Harvsådd - Preliminära försöksresultat 1979-83. 20s.
Once-over sowing - Preliminary results of trials 1979-1983. 20pp.
- 68 1984 Mats Edh. Bandsådd - en studie av olika billar för bandsådd. Examenarbete. 44s.
- 69 1984 József von Polgár. Vältning efter vårsådd. 16s.
Rolling after spring sowing. 16pp.
- 70 1986 Tomas Rydberg. Markfysikaliska och markkemiska effekter av plöjningsfri odling i Sverige. 35s.
Effects of ploughless tillage on soil physical and soil chemical properties in Sweden. 35pp.
- 71 1986 Jordpackning: Skördepåverkan - Motåtgärder - Ekonomi. Rapport från NJF-seminarium i Sigtuna 28-30 oktober 1986. 187s.
Soil compaction: Effects - Counter-measures - Economy. 187pp.
- 72 1986 Bo Thunholm. Termiska egenskaper i åkermark skattade på grundval av den årliga temperaturvariationen. 18s.
Thermal properties of the subsoil estimated from annual temperature variations. 18pp.
- 73 1987 Lennart Henriksson. Försök med olika harvar 1977-1985. 32s.
Field trials with different harrows 1977-1985. 32pp.

- 74 1987 Tomas Rydberg, Torbjörn Öckerman. Plöjningsfri odling - Dess inverkan på rotutveckling och evaporation. 52s.
The effects of ploughless tillage on root development and evaporation. 52pp.
- 75 1987 Hans Svensson. Jordpackningens inverkan på sockerbetans rotutveckling och skördens storlek. 31s.
Effects of soil compaction on root development and yield of sugarbeets. 31pp.
- 76 1987 Tomas Rydberg. Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975-1986. 53s.
Studies in ploughless tillage in Sweden 1975-1986. 53pp.
- 77 1988 Reduceret jordbearbejdning. Rapport från NJF-seminarium i Horsens, Danmark 9-11 februari 1988. 240s.
Reduced cultivation. 240pp.
- 78 1990 Inge Håkansson, Mary McAfee, Sixten Gunnarsson. Verkan av körning med traktor och vagn vid vallskörd. Resultat från 24 försöksplatser. 41s.
Effects of traffic during harvest on yield of grass leys. Results from field trials on 24 Swedish sites. 41pp.
- 79 1990 Krister Nilsson. Packningsskador vid konservärtskörd - ekonomiska konsekvenser och åtgärder för att minska packningen. 16s.
Estimation of the economic consequences of soil compaction when harvesting canning peas. 16pp.
- 80 1990 Tomas Rydberg, Mary McAfee, Börje Gillberg. Djupplöjning på lätta mineraljordar. 50s.
Effects of subsoiling on crop yields on light mineral soils. 50pp.
- 81 1992 Johan Arvidsson, Sixten Gunnarsson, Lena Hammarström, Inge Håkansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg. 1991 års jordbearbetningsförsök. 58s.
- 82 1992 Johan Arvidsson, Inge Håkansson. En modell för att beräkna jordpackningens effekter på grödornas avkastning. 23s.
An empirical model for estimating the crop yield losses caused by machinery induced soil compaction. 23pp.
- 83 1992 Maria Stenberg, Reynaldo A. Comia, Tomas Rydberg, Inge Håkansson, Sixten Gunnarsson. Harvsådd i konventionella och plöjningsfria bearbetningssystem. 18s.
Soil and crop responses to different tillage systems. 18pp.
- 84 1992 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Maria Stenberg, Tomas Rydberg, Mats Tobiasson, Hans Pettersson, Sixten Gunnarsson, Ararso Etana, Inge Håkansson, Ingrid Karlsson, Karin Blombäck. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1992. 86s.
- 85 1994 Johan Arvidsson, Inge Håkansson. Finns packningsskador kvar efter plöjning? Resultat från 21 långliggande fältförsök. 31s.
Do effects of soil compaction persist after ploughing. Results from 21 Swedish long-term field experiments. 31pp.
- 86 1994 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Hans Pettersson, Jörgen Lidström, Lars Olsson, Barbro Beck-Friis, Sasa Ristic, Inge Håkansson, Ararso Etana, Eva Salomon. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1993. 88s.
- 87 1994 Thomas Grath. Inverkan av jordpackning och anaeroba markförhållanden på grödornas näringsupptagning samt på rotröta och utveckling hos ärter. 61s.
Influences of soil compaction and anaerobic soil conditions on crop nutrient uptake and on root rot and growth of peas. 61pp.
- 88 1995 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Tomas Rydberg, Maria Stenberg,

- Eva Salomon, Staffan Steineck, Ingrid Karlsson, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Åse Littorin-Johansson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1994. 77s.
- 89 1996 Ingrid M. Karlsson. Sportgräsytor etablering och skötsel - erfarenheter från ett markbyggnadsförsök. 94s.
Establishment and maintenance of grassed sports fields - experience from a field experiment on soil construction alternatives. 94pp.
- 90 1996 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Susanne Johansson, Ingrid M. Karlsson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg, Johan Bengtsson, Calle Blackert, Rickard Ivarsson, Anna Lena Carlsson, Sasa Ristic. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1995. 80s.
- 91 1997 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1996. 80s.
- 92 1997 Johan Arvidsson. Tidig sådd - ett system för reducerad bearbetning vid vårsådd. Slutrapport för fältförsök 1992-1996. 45s.
Early sowing - a reduced tillage system for spring sowing. Final report for field experiments 1992-1996. 45pp.
- 93 1998 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Andreas Trautner, Thomas Wildt-Persson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1997. 74s.
- 94 1998 Daniel Johansson. Radhackning med och utan efterredskap i stråsäd. Slutrapport för fältförsök 1995-1997. 49s.
Row hoeing in cereals with and without tools behind. Final report for field experiments 1995-1997. 49pp.
- 95 1998 Maria Stenberg, Göran Bergkvist, Helena Aronsson. Jordbearbetningsstrategi och etableringsteknik till höstraps för att minska risken för kväveläckage. 18s.
Soil tillage strategy and winter oil-seed rape establishment techniques to reduce the risk for nitrogen leaching. 18pp.
- 96 1999 Johan Arvidsson, John Löfkvist, Tomas Rydberg, Erika Sjöberg, Maria Stenberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1998. 68s.
- 97 2000 Ararso Etana, Tomas Rydberg och Inge Håkansson. Markfysikaliska studier i långliggande försök med reducerad jordbearbetning. 29s.
Studies of soil physical properties in long-term experiments with reduced tillage. 29pp
- 98 2000 Johan Arvidsson, Ararso Etana, John Löfkvist, Magnus Melin, Lars Pålsson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1999. 76s.
- 99 2000 Inge Håkansson. Packning av åkermark vid maskindrift. Omfattning – effekter- motåtgärder. 123 s.
- 100 2000 Johan Arvidsson, Jan van den Akker, Rainer Horn (redaktörer). Experiences with the impact and prevention of subsoil compaction in the European community. Proceedings of the 3rd workshop of the Concerted Action ” Experiences with the impact of subsoil compaction on soil, crop growth and environment and ways to prevent compaction”, 14-16 June, Uppsala, Sweden.
- 101 2001 Johan Arvidsson, Thomas Keller, John Löfkvist, Åsa Myrbeck, Nina Nordström, Tomas Rydberg, Fredrik Sassner, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2000. 67s.
- 102 2001 Johan Arvidsson, Andreas Trautner, Erika Sjöberg. Alvpäckning av tunga

- betupptagare. Slutrapport från försök 1995-2000. 56 s.
- 103 2002 Johan Arvidsson, Fredrik Andersson, Elisabeth Bölenius, Johan Karlsson, Thomas Keller, John Löfkvist, Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Urban Svantesson, Torgil Svensson, Alfredo de Toro, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2001. 86s.
- 104 2003 Johan Arvidsson, Maria Ehrnebo, Ararso Etana, Karin Gustafsson, Thomas Keller, John Löfkvist, Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2002. 78s.
- 105 2003 Åsa Myrbeck, Johan Arvidsson, Thomas Keller. Plöjningstidpunktens inverkan på markstruktur, växtproduktion och kväveutlakning på lerjord. Slutrapport från försök 1999-2002. 44 s.
- 106 2003 Karin Gustafsson, Johan Arvidsson, Thomas Keller. Dragkraftsbehov för plog, kultivator och tallriksredskap vid olika markvattenhalter. 41 s.
- 107 2004 Johan Arvidsson, Ararso Etana, Thomas Keller, Marcus Magnusson, Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Urban Svantesson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2003. 86s.
- 108 2005 Johan Arvidsson (redaktör). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2004. 77s.
- 109 2006 Johan Arvidsson (redaktör). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2005. 84s.
- 110 2006 Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Helena Aronsson. Inverkan av olika bearbetningstidpunkter på kväveminaliseringen och på kväveutlakningen i odlingsystem med och utan fånggröda. Slutrapport från försök 2000-2005. 25s.
- 111 2006 Åsa Myrbeck och Tomas Rydberg, Broddharvning på våren i höstvetete – inverkan på ogräs, kväveomsättning och skörd. Slutrapport från försök 2003-2005. 26 s.
- 112 2007 Johan Arvidsson, Ararso Etana, Thomas Keller, Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Aron Westlin, Lennart Johansson, . Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2006. 61s.
- 113 2008 Johan Arvidsson (redaktör). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2007.74 s.