

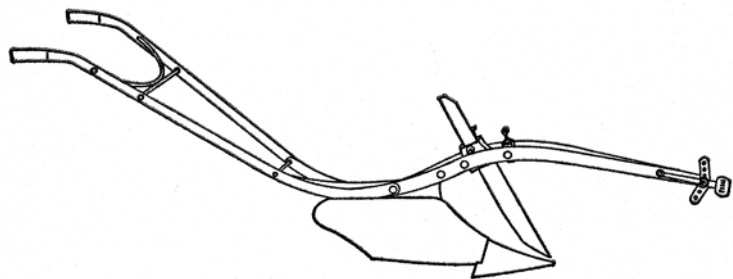


SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

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 112

2006

Johan Arvidsson, redaktör

**Jordbearbetningsavdelningens
årsrapport 2006**

ISSN 0348-0976

ISRN SLU-JB-R--112--SE

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för jordbearbetning

Rapporter från jordbearbetnings-
avdelningen. Nr 112, 2006
ISSN 0348-0976
ISRN SLU-JB-R--112--SE

JORDBEARBETNINGSAVDELNINGENS ÅRSRAPPORT 2006

Abstract

RESULTS OF RESEARCH IN SOIL TILLAGE IN 2006

This report summarizes the activities carried out by the Division of Soil Management in 2006, 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 2006, 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.

I år ingår också ett avsnitt med en slutredovisning av länsförsök i östra försöksdistriktet av Lennart Johansson, hushållningssällskapet i Östergötland. Vår avsikt är att i framtiden göra rapporten mer heltäckande på jordbearbetningsområdet och även inkludera försök som ej drivs av jordbearbetningsavdelningen.

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

Jordbearbetningsavdelningen, SLU, maj 2007

Johan Arvidsson
Ararso Etana
Thomas Keller
Tomas Rydberg

Britt-Louise Atterdagsdotter
Sixten Gunnarsson
Berth Mårtensson
Aron Westlin

Elisabeth Bölenius
Sven-Erik Karlsson
Åsa Myrbeck

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 kväveminerisering	17
Försök med reducerad bearbetning i Skåne och Halland	19
Grund höstbearbetning med Kvernelands Ecomat	21
Ekoskär och kalk	23
Djupkultivering med Kvernelands CLGII-kultivator	24
Ecomat mot kvickrot	25
Höstvete efter aktiv träda	26
Carrier på hösten eller våren	27
Försök med Väderstads Top Down	28
Jordbearbetningssystem – regionala försök i östra Sverige	29
Såbäddsberedning och ytskiktets funktion	33
Grund vårbearbetning med Kvernelands Ecomat	34
Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten	36
Jordpackning, markstruktur och markvård	37
Låga marktryck i odling med och utan plöjning	38
Återpackning till sockerbetor	42
Kan vi förklara skördevariationer på fåltnivå med inomfältvariation av markens infiltrationsförmåga?	46

Växtnäringsutlakning och erosion	51
Bearbetning - fosforerosion - N-läckage	52
Flytgödsel- fånggrödor - utlakning	54
Jordbearbetning – kväveutlakning	56
Kväveeffektiv jordbearbetning	57
Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord	59

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
R2-4050	(2003)	Bearbetningssystem till höstsäd
R2-4132	(2005)	Djupkultivering med Kvernelands CLGII-kultivator
R2-5075	(2003)	Ecomat mot kvickrot
R2-4134	(2005)	Reducerad bearbetning i god växtföljd
R2-4136	(2005)	Carrier på hösten eller våren
R2-4127	(2004)	Försök med Väderstads Top Down
R2-4051	(2004)	Försök med reducerad bearbetning i Skåne och Halland

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 ersätts 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 2005 plöjdes enbart led A.

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 har fördelarna med en djupare bearbetning ej framträtt i detta försök. Hösten 2005 genomfördes kultivering till plogdjup med en styvpinnkultivator. Tidigare år har vi använt en fjäderpinnkultivator och mycket tyder på att vi mycket sällan uppnått önskat bearbetningsdjup; något som skulle kunna förklara varför skillnad ej erhållits, se tabell 1. Den plöjningsfria odlingen har under år 2006 fungerat mycket bra i samtliga led. En orsak kan vara den sämre plantetableringen i det plöjda ledet. Försöket finansieras med medel för långliggande försök från SLU. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 1. Skörd, kg/ha, och relativt (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007 2006

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 mmh SL									
2006	Ul	Havre	Havre	3670	104	110	116	114	**
1975-2005				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 höstvete. I genomsnitt var skörden i plöjda led högre än i de plöjningsfria och någon positiv effekt av den

djupare bearbetningen kunde ej konstateras. Djupkultiveringen höjde skörden år 1993 och 1994 till sockerbetor resp havre. 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. År 1997 odlades h-vete som inte gynnades av intensiv bearbetning, men däremot av plöjningsfri odling. År 1998 var grödan sockerbetor som gynnades av 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. Havregrödan 2004 och h-vetegrödan 2005 har i C-led båda gynnats av den djupare kultiveringen.

År 2006 har något märkligt inträffat. Sockerbetorna har ej gynnats av plöjning och ej heller kultivering till 20 cm, se tabell 2. Någon förklaring till detta har vi icke.

Försöket finansieras med medel för långliggande försök.

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 2. Skörd och relativtal (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-2006 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj ΔLL

År	1992-2006	2006
Gröda		s-betor t/ha
A1=plöjning,	100	66.2
A2=plöjning efter stubbearbetning	100	95
B1=stubbearb. till 10-15 cm, plöjn. till s-betor	103	100
B2=stubbearb. till 20 cm, plöjn. till s-betor	104	97
C1=stubbearbetning till 10-15 cm	99	106
C2=stubbearbetning till 20 cm	102	103
A	100	100
B	102	101
C	99	107
1	100	100
2	102	97
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 bearbetningssystem-gödselplacering

Tomas Rydberg

I försök med kombisådd i plöjda och icke plöjda led har i genomsnitt en skördeökning på 5-7 % noterats för kombisådd i det konventionella ledet medan skördeökningen varit 3-5 % -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 (7 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 i vall I år 2004, i vall II år 2005 och ej heller i vall III år 2006. 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 1976-2006. Jordart, nmh I mo.

År	1976-2005	2006
Gröda år 2006: Vall III.		TS-skörd, I+II
Antal år	20	
Plöjn. varje år, gödsling på ytan	100	6810
Plöjn. varje år, myllad gödsel	107	95
Plöjn. vissa år, gödsling på ytan	99	99
Plöjn. vissa år, myllad gödsel	104	92
Aldrig plöjning, gödsling på ytan	90	89
Aldrig plöjning, myllad gödsel	102	83
Plöjning varje år	100	100
Plöjning vissa år	98	98
Aldrig plöjning	92	88
Gödsling på ytan	100	100
Myllad gödsel	109	94
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 stråsådesdominerade 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.

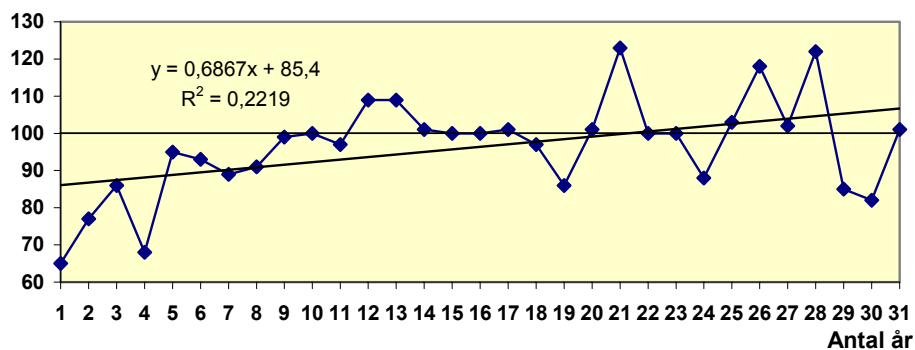
En i många sammanhang återkommande fråga är om resultatet med plöjningsfri odling blir bättre och bättre ju längre tekniken tillämpas. Något entydigt svar föreligger ej, men en viss antydning om att så mycket väl kan vara fallet utgör resultaten från försöket på Lanna som anlades 1974, figur 1. Den positiva skördetrenden har nog 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 2006 odlades havre med h-vete som förfrukt. Efter skörd år 2005 sprutades hela försöket mot kvickrot. Kvickrotsmängden var betydande, speciellt i plöjningsfria led. Avkastningen 2006 var över 6 ton i samtliga led. Dock noterades inga skillnader mellan plöjt och icke plöjt. Ej heller påverkades resultaten av om halmen bärgats eller ej (tabell 4). Försöket på Lanna finansieras med medel för långliggande försök.



Tabell 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-2006

Försök nr	86/75	201/77	3/75	381/74	Samtliga	381/74 2006
Län/plats	S	R	E	La		
Jordart	mmh mo LL	mmh ML	mmh mo LL	mmh SL		havre kg/ha
Antal försöksår	11	7	8	30	56	
Plöjt varje år, halm bortförd	100	100	100	100	100	6260
Plöjt varje år, halm hackad	99	104	97	101	100	100
Plöjt vissa år, halm bortförd	105	107	99	99	100	99
Plöjt vissa år, halm hackad	103	107	96	99	99	98
Aldrig plöjt, halm bortförd	110	109	94	97	101	100
Aldrig plöjt, halm hackad	106	109	87	96	98	102
Plöjning varje år	100	100	100	100	100	100
Plöjning vissa år	105	105	99	97	99	99
Aldrig plöjning	109	107	92	95	99	101
Halmen bortförd	100	100	100	100	100	100
Halmen hackad	98	101	95	100	99	100
Signifikans bearbetning						n.s.
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 2005.

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 1976-2006

Försök nr	Län/plats	Jordart	Gröda	Förf.	Plöjn. varje år	Plöjn. vissa år	Aldrig plöjn.	Sign.
188/76								
2006	St	Kärrtorv	v-vete	korn	4810	102	94	*
1976-2005					100	103	107	

redovisas i tabell 5, och skörderesultaten i tabell 6. Nivåsänkningen i de bearbetade leden är av storleken 3 mm/år, medan bortodlingen under den permanenta vallen varit närmast försumbar. Några större skillnader i bortodling mellan de bearbetade försöksleden (A, B och C) har hittills ej registrerats. En slutsats kan därför bli att torvjordar överhuvud taget inte bör bearbetas om bortodlingen skall upphöra i nämnvärd omfattning. Värt att notera är också det plöjda ledets (led A) förhållandevis måttliga nivåsänkning till år 1983. Detta beror troligtvis på plöjningens luckrande verkan. De små skillnaderna mellan de bearbetade leden i den här undersökningen bör inte tolkas alltför vidsträckt. Erfarenheter från mer intensiv odling, t.ex. potatisodling, har visat på en bortodling av storleken 1 cm/år. Det går därför inte att hävda att olika typer av jordbearbetning generellt sett resulterar i ungefär lika stor bortodling. Vidare bör också nämnas att egenskaper hos olika torvjordar kan variera. Försöket finansieras med medel avsatta för långliggande försök.

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 (U) 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

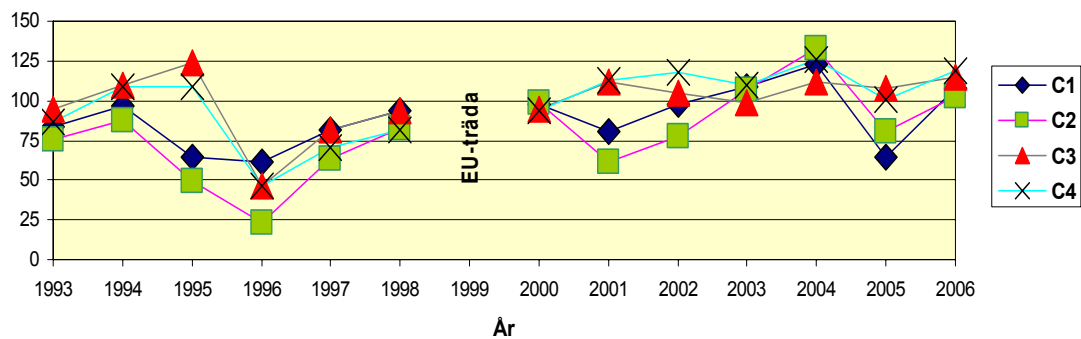
enbart huvudleden A, B och C.

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 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 höstvet. 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. 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 och 2004. Resultaten 2005 och 2006 visar på positiva effekter av stubbearbetning. Till vårrapsen 2006 fungerade direktsådden bra trots rikligt med förna. Försöket finansieras av medel för långliggande försök från SLU.

Tabell 7. Skörd, kg/ha och relativtal (konv. sådd=100) i försöksserie R2-4017 1982-2006

Försök nr 703/82	Län/plats	Jordart	Gröda	Förf.	Konv. sådd	Direktsådd plöjn. vissa år	Direkt-sådd	Sign.
2005	La	mfSL	v-raps	h-vete	2310	97	112	n.s.
1982-2005					100	95	94	

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 överst Kongskildes Demeter Multiseed och underst 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. År 2006 delades rutorna så att korn och oljeväxter odlades jämsides i samma 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 två (tidigare 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 fram till 2005. I de två övriga försöken har växtföljden varit mera varierad, men år 2003-2005 odlades

höstvetet efter höstvetet i försöket 618/95. År 2006 delades rutorna så att korn och oljeväxter odlades jämsides i samma försök.

I juni 2006 gjordes mätningar med penetrometer i båda försöken. Dessutom togs plantor ut för mätning av bl.a. vikt och längd för rötter och skott.

Resultat

Skörd 2006 och 1991-2006 visas i tabell 8 resp 9. Under 2006 gav den plöjningsfria odlingen god skörd jämfört med plöjning. I försök 517/91 gick plöjningsfri odling relativt bättre för korn än för oljeväxter. I försök 618/95 erhöles en klar skördehöjning för djupare bearbetning med kultivator i oljeväxter, medan kornskörden inte påverkades av bearbetningsdjup. Resultaten tyder därmed på att luckringsbehovet skulle vara något större för vårrybs än för korn.

Tabell 8. Skörd, kg/ha och relativt (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 2006

Försök nr	517/91		618/95		Medel 2006	
	Vårrybs	Korn	Vårrybs	Korn	Vårrybs	Korn
Län, plats	Ultuna		Ultuna			
Jordart	mmh ML		nmh ML			
A=Plöjning	2390	5260	2040	6780	100	100
B=Kultivator till 10 cm	101	112	95	109	98	110
C=Kultivator till 15 cm	103	114	107	108	105	111
D=Kultivator till 20 cm	103	115	105	107	104	111
E=Tallrik	100	109	105	108	103	109

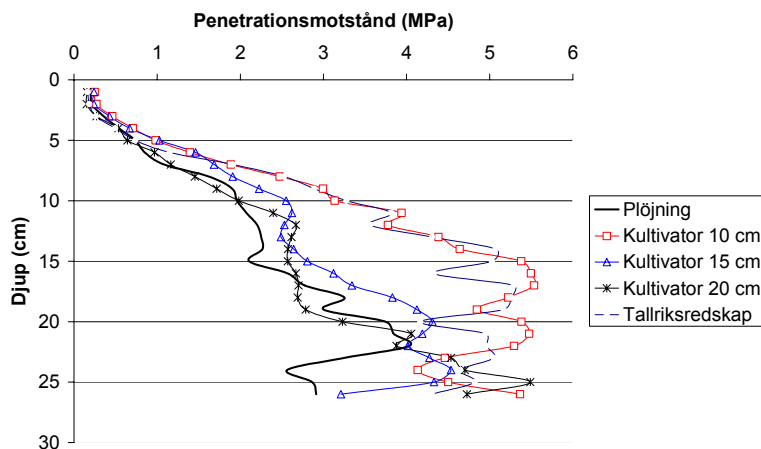
Tabell 9. Skörd, relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1991-2006

Försök nr	517/91	524/91	618/95	Medel
Län, plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh SL		
Antal år	15	13	11	39
A=Plöjning	100	100	100	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	89	97	99	95
C=Kultivator till 15 cm, 2-3ggr	91	99	98	96
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	95	98	97	97
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	93	90	99	94

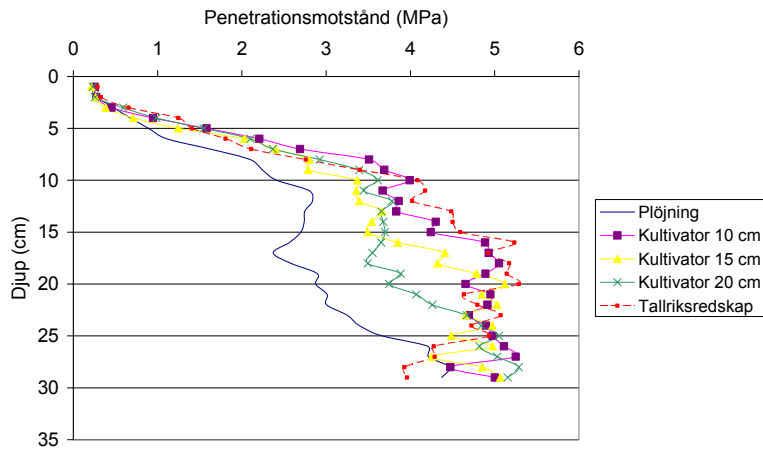
I figur 4 och 5 visas penetrationsmotståndet till 30 cm djup för båda försöken. Plöjning har gett den största luckringen. Det är också tydligt att djupare bearbetning med kultivator minskat markens hårdhet jämfört med ytligare bearbetning.

I figur 6 och 7 visas rotvikt respektive pålrotens längd för oljeväxterna i juni månad. Trots den hårdare marken i plöjningsfria led finns ingen tydlig effekt på rottillväxten. Inga skillnader i

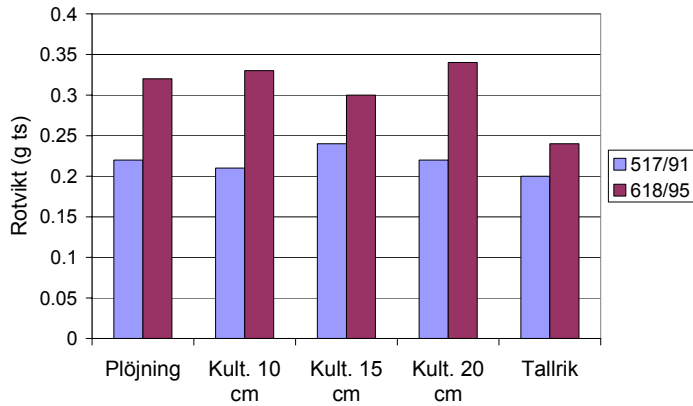
rotvikt och rotlängd var statistiskt signifikanta. I genomsnitt för samtliga försök har skörden varit 1-2 procent högre för djup jämfört med grund kultivering. Det är dock värt att poängtera att högre skörd för djup bearbetning endast erhållits i ett försök, 517/91, medan förhållandet varit det omvända i försök 618/95. En möjlig förklaring är att det senare ligger på något styvare jord, med en större strukturkapacitet som medger en ytligare bearbetning. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.



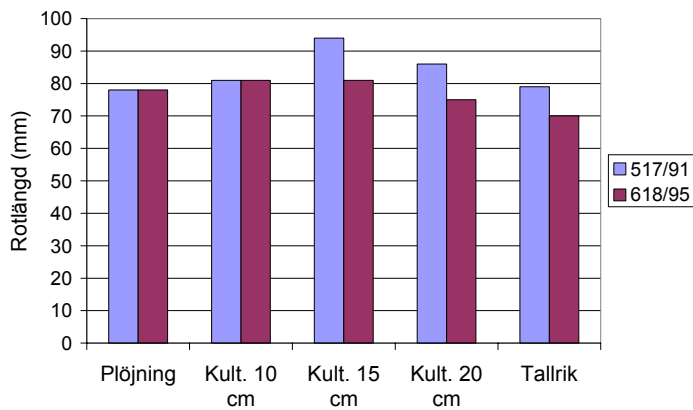
Figur 4. Penetrationsmotstånd i försök 517/91 i juni 2006.



Figur 5. Penetrationsmotstånd i försök 618/95 i juni 2006.



Figur 6. Rotvikt (g ts per planta) i oljeväxer mätt i juni 2006.



Figur 7. Pålrotens längd (mm) mätt i juni 2006.

Jordbearbetningstidpunkt på hösten – inverkan på skörd, markstruktur och kväveminerisering

Johan Arvidsson

En senareläggning av bearbetningstidpunkten kan leda till sänkt skörd på lerjord. Risk för skördesänkning vid sen bearbetning finns både när marken kultiveras och 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, kväveminerisering 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

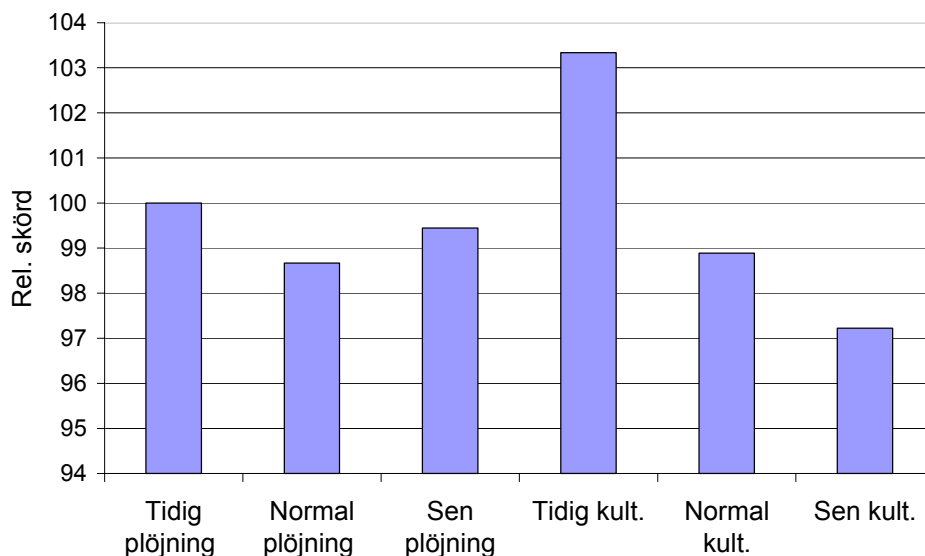
1=tidig bearb. (slutet av aug., början sep.)
2=normal bearb. (slutet sep., början okt.)
3=sen bearbetning (november)

Resultat

Skörd under 2006 och för samtliga år redovisas i tabell 10. Skörd i genomsnitt också för försöken i Skåne och Östergötland visas i figur 8. Sen

Tabell 10. Skörd i försöksserie R2-4111, ett försök på Ultuna, 2000-2006. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ($P < 0,05$)

År	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Medel
Gröda	Havre	Korn	Havre	Havre	Korn	Havre	Havre	
Tidig plöjning	5140=100	4390	5560	5520	4440	5430	2320	100
Normal plöjning	100	95	99	99	93	96	91	96
Sen plöjning	100	94	99	99	93	95	92	96
Tidig kultivering	104	99	105	99	107	96	92	100
Normal kultivering	103	91	102	96	99	95	93	97
Sen kultivering	103	87	92	95	100	94	92	95
Plöjning	100b	100	100	100	100	100	100	100
Kultivering	104a	96	100	97	107	98	98	100
Tidig	100	100a	100a	100	100	100a	100	100
Normal	100	93b	98a	98	93	97b	96	97
Sen	100	91b	93b	98	93	97b	95	95



Figur 8. Relativ skörd i försök med olika bearbetningstidpunkter. Medel av tio försöksår i Skåne, Östergötland och Uppland.

bearbetning gav år 2006 klart lägre skörd än tidig bearbetning i plöjda men ej i kultiverade led. Sett över samtliga år har den tidigaste bearbetningen givit den högsta skörden på Ultuna. Under försökets tidigare år fanns också en tydlig samspelseffekt: bearbetningstidpunkten hade större betydelse då marken kultiverades än då den plöjdes. Under senare år har resultatet varit närmast omvänt, dvs. skördesänkning för sen bearbetning har varit störst i plöjda led.

Eftersom försöket på Ultuna är fastliggande finns antagligen också en ackumulerad effekt av bearbetningstidpunkten på markstrukturen.

Läggs resultaten från Ultuna ihop med tidigare försök i Östergötland och Skåne pekar de dock på att bearbetningstidpunkten har störst betydelse i plöjningsfri odling (fig 8). Kontaktpersoner är Johan Arvidsson, 018 67 11 72 och Åsa Myrbeck, 671213.

Försök med reducerad bearbetning i Skåne och Halland

Johan Arvidsson

I Skåne och Halland genomförs försök med reducerad jordbearbetning (mullsådd) på två gårdar där denna tillämpas i praktiken. Under 2006 hävdade sig den plöjningsfria odlingen väl utom i ett försök i Halland där höstveten odlades efter höstveten. Skillnader i skörd var dock ej statistiskt signifikanta.

Inledning

Intresset för reducerad bearbetning ökar, och av den anledningen har avdelningen för jordbearbetning på SLU startat ett treårigt projekt på två gårdar i Skåne och Halland. Gårdarna tillämpar plöjningsfri odling eller ”mullsådd”. Syftet med försöket är att se hur mullsådden påverkar mark och gröda jämfört med ett plöjt system.

Försökets upplägg

Tre försök ligger på Charlottenlunds gård utanför Ystad i Skåne och sex på Väby gård utanför Falkenberg, Halland, varav två länsförsök. Försöksgårdarna använder sig av ett reducerat bearbetningssystem och deras bearbetning ligger till grund för ledet utan plöjning i försöket. Försöken är fastliggande och ligger i gårdarnas växtföljd så att effekterna på olika grödor kan åskådliggöras. Jordarterna på gårdarna skiljer sig något åt, med lättare jord på Väby och styvare på Charlottenlund. Varje försök har tre led enligt följande plan.

- Led A Plöjningsfri odling
- Led B Plöjning (20 cm djup)
- Led C Plöjning (12-15 cm)

Försöken är randomiserade i tre block. Grödorna på Charlottenlund skördeåret 2006 var höstveten, sockerbetor och korn. På Väby gård var grödorna korn, korn, höstveten, höstveten, höstraps och rågvete. Försöken har behandlats lika vad gäller sådd, gödsling och bekämpning och åtgärderna har utförts av brukaren. Bearbetningen av plöjda led har utförts av hushållningssällskapen i Skåne respektive Halland.

Under 2005 genomfördes omfattande mätningar i försöken, bl.a. av rotmängd i två höstveteförsök, ett på Charlottenlund och ett på Väby. Cylindrar med jord togs ut i skiktet 10-20 cm i led A och B. Jordproverna slammades upp i avjonat vatten och hällades genom olika stora filter för att skilja på rötter och jord. Rötterna sköljdes och placerades jämnt fördelade under en scanner. Bilden bearbetades sedan i dator där den totala rotlängden för de olika leden kunde bestämmas. Resultatet presenteras i figur 9. På Väby var skillnaden mellan leden liten, på Charlottenlund var rotmängden signifikant högre i normalt plöjt jämfört med plöjningsfritt led. Andra mätningar (bl.a. penetromotstånd, skörd, klorofyll, maskförekomst och genomsläpplighet för vatten) redovisades huvudsakligen i förra årets årsrapport samt i ett examensarbete: Fältförsök med reducerad bearbetning i Skåne och Halland av Olof Pålsson, som kan laddas ned från jordbearbetningsavdelningens hemsida, www.jordbearbetning.se.

Skörd

På Charlottenlund (tabell 11) erhöles högst skörd av sockerbetor i plöjningsfria led. En trolig förklaring är att plantantalet var högre än i plöjt led. Under 2005 var skörden för sockerbetor tvärtom högst i plöjda led. En möjlig förklaring kan vara att sockerbetorna i plöjningsfritt led fick sämre rottillväxt pga hårdare mark under det extremt torra 2005, och att denna effekt var mindre under 2006. Skördenivån för betor var också klart högre 2006 än 2005. På Väby var skillnaden mellan led små, utom i ett försök med höstveten efter höstveten där det plöjningsfria ledet gav

Grund höstbearbetning med Kvernelands Ecomat

Aron Westlin

I två försök prövas olika bearbetningsstrategier med Kvernelands Ecomat. Resultaten visar att dragkraftsbehovet minskade och sönderdelningen ökade när bearbetningsdjupet minskade. De djupast bearbetade Ecomat-leden gav höga skördar i båda försöken och under de senaste åren ligger medelskörden lika eller högre än det konventionella ledet.

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 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. Ekoskär var 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 ett par veckor senare.

Resultat och diskussion

När bearbetningarna gjordes i det höstsådda försöket mättes även dragkraftsbehovet och resultaten från hösten 2005 redovisas i figur

10. Dragkraftsbehovet var, med undantag av första bearbetningen i led D, i stort sett korrelerat med bearbetningsdjupet. Ju djupare bearbetning desto större dragkraftsbehov. Den första bearbetningen av led D krävde dock proportionellt sett mer dragkraft än de övriga Ecomat-bearbetningarna. I samband med dragkraftsmätningarna sållades den bearbetade jorden för att undersöka hur stor sönderdelning de olika bearbetningsmetoderna gett. Även dessa resultat visade på ett samband med bearbetningsdjupet. Ju djupare bearbetning desto större andel stora aggregat. Störst andel stora aggregat återfanns i det konventionellt plöjda ledet (led A).

Sammanfattningsvis kan det konstateras att grundare bearbetning gav större sönderdelning av jorden och krävde mindre dragkraft men resulterade även i sämre halminblandning.

Vid DC 39 och DC 53 graderades angreppen av bladfläcksvampar, stråknäckare och rotdödare i det höstsådda försöket. Förekomsten av bladfläcksvampar i höstvetet var större i ledet som bearbetades med tallriksredskap än i övriga led. Vad gäller stråknäckare var angreppen små och inga skillnader kunde ses mellan leden vid första graderingstillfället. Vid andra graderingstillfället var stråknäckarindex högt, mellan 30 och 40, med högre index desto djupare bearbetningen skett. Angrepp av rotdödare var små och inga skillnader kunde ses mellan leden. I det vårsådda försöket graderades vid DC 75 enbart bladfläckar. Inga ledskillnader kunde ses där.

Halmedbrytningen specialstuderades i det vårsådda försöket med hjälp av halmfyllda

påsar som bearbetades in på hösten. Den konventionella plöjningen hade en mer fortskriden nedbrytning av halmen än led körda med Ecomat. Hösten 2005 var varm och torr och innebar att marken torkade ur i ytan och nedbrytning av halm i denna torra jord fungerade sämre än nedbrytning av den halm som plöjdes ner till 23 cm och hamnade i fuktigare jord

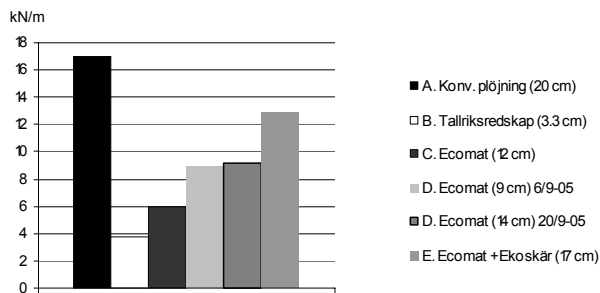
ledet och de djupast bearbetade Ecomat-leden var 7 – 10 % i båda försöken. Tallriksledet (led B) gav i det höstsådda försöket högre skörd än de övriga leden men i det vårsådda försöket lägre skörd och det grunt bearbetade Ecomatledet (led C) gav i båda försöken lägre skörd än de övriga leden

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200

I tabell 13 redovisas skörderesultaten. Skillnaderna mellan det konventionellt plöjda

Tabell 13. Skörd 2006, kg/ha och relativtal

	Vårsådd		Höstsådd	
	Korn	Medel 03-06	H-vete	Medel 03-06
A. Konventionell plöjning (23 cm)	6880	100	6160	100
B. Tallriksredskap (10-12 cm)	5910	86	5350	87
C. Ecomat (10 cm)	6650	97	5820	94
D. Ecomat (7 cm)+ Ecomat (17 cm)	7180	104	6140	100
E. Ecomat (15-17 cm) m Ekoskär	7360	107	6300	102
Minsta signifikanta skillnad ($p < 0,05$)	n. s.		n. s.	



Figur 10. Dragkraftsbehov i kN per meter arbetsbredd hösten 2005. Inom parentes anges det uppmätta bearbetningsdjupet. I led E var Ekoskär monterat på tre av sex plogkroppar hösten 2005. Djupet som anges i led E är medeldjupet över hela ytan så Ekoskåret är därmed medräknat.

Ekoskär och Kalk

Aron Westlin

I två försök undersöks möjligheterna att mekaniskt luckra plogsuleskiktet och att stabilisera den uppkomna luckringen med släckt kalk. Luckringen genomfördes i samband med plöjningen med hjälp av ett ekoskär från Kverneland. Sex år senare gav försöksleden där kalk spridits i fåran omkring tio procent högre skörd jämfört med kontrolleret.

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

Skörderesultaten redovisas i tabellerna 14 och 15. I försöket där kalk även spreds på markytan var skörden 18 resp. 10 % högre i leden där kalk även spreds i fåran år 1 (led E och F). I försöket där ingen kalk spreds på markytan gav ledet med ekoskär och med kalk i fåran högst skörd (led E). Avkastningen var således bäst i led E i båda försöken.

Tabell 14. Skörd år 2006 i försöket med kalk på markytan hösten 2000

Höstvete	kg/ha	rel. tal
A1. Plöjning	5100	= 100
B1. Plöjning med ekoskär år 1		97
C1. Plöjning med ekoskär år 1 och 2		104
D1. Plöjning med ekoskär år 1, 2 och 3		103
E1. Plöjn. m. ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1		118
F1. Plöjning + kalk i fåran år 1		110

Tabell 15. Skörd år 2006 i försöket utan kalk på ytan

Höstvete	kg/ha	rel. tal
A2. Plöjning	5130	= 100
B2. Plöjning med ekoskär år 1		99
C2. Plöjning med ekoskär år 1 och 2		106
D2. Plöjning med ekoskär år 1, 2 och 3		100
E2. Plöjn. m. ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1		115
F2. Plöjning + kalk i fåran år 1		103

Under 2006 gjordes inga markfysikaliska mätningar i försöken men resultat från 2003 visade på högre infiltration av vatten i just försöksled E. Sammantaget antyder detta att tillförsel av slammad, släckt kalk, i samband med luckringen av plogsuleskiktet har gett bestående positiva effekter.

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Djupkultivering med Kvernelands CLG II-kultivator

Aron Westlin

I ett höstsått och i ett vårsått försök undersöktes möjligheterna att mekaniskt luckra plogsuleskiktet med hjälp av djupkultivator. I det höstsådda försöket resulterade djupkultivering i 2 % lägre skörd än efter konventionell plöjning men i det vårsådda blev skörden 4 % bättre jämfört med konventionell plöjning.

Hösten 2005 startades två försök, i serie **R2-4132**, på Ultuna med syfte att undersöka olika bearbetningsstrategier med djupluckring. Det ena försöket höstsåddes, 728/05, och det andra vårsåddes, 729/05. Båda försöken var belägna på en styv lera (ca 50 % ler i matjorden). All primärbearbetning gjordes på hösten. Djupkultiveringen genomfördes ned till 30 cm djup.



Djupluckring med CLG II kultivator.

Resultat och diskussion

Skörderesultaten redovisas i tabellerna 16 och 17. I det höstsådda försöket var avkastningen bäst efter konventionell plöjning, tätt följt av de båda leden körda med djup-kultivator. Efter körning med djup-kultivator blev ytan något ojämn. Här liksom efter konventionell plöjning krävdes en extra harvning för att skapa gynnsamma groningsförhållanden, något som kan ha påverkat skörderesultaten.

I försöket med vårsådd var skördenivån högst i ledet med två körningar med djup-kultivator följt utav ledet med konventionell plöjning. Den högre skörden i dessa led kan delvis, även här, förklaras med att dessa led harvades

en gång extra vid såbäddsberedningen. Troligtvis resulterade detta i en större mängd finjord i såbädden, vilket normalt skapar bättre groningsbetingelser.

Skillnaden i råfettskörd var jämförbar med skillnaden i fröskörd.

Det är svårt att dra några slutsatser efter bara ett år men vi ser med spänning fram emot nästa års resultat. Hösten 2006 såddes höstvetete efter oljeväxterna. De djupkultiverade leden bearbetades med Ecomat till ca 12 cm. I övriga led var bearbetningarna desamma som hösten 2005, dvs. konventionell plöjning, Ecomat till ca 12 cm och tallriksredskap till 10-12 cm. Syftet är att studera om djupluckringseffekter kvarstår även år 2007. Hösten 2006 anlades även nytt försök i vilket det våren 2007 kommer att sås våroljeväxter.

Tabell 16. Skörd år 2006 i det höstsådda försöket, 728/05

Höstvetete	kg/ha	rel. tal
A1. Plöjning	9530	= 100
B1. Ecomat		95
C1. CLG II kultivator 1 ggr ca 30 cm		98
D1. Tallriksredskap 2 ggr		94
E1. CLG II kultivator 2 ggr 30 cm		98

Tabell 17. Skörd år 2006 i det vårsådda försöket, 729/05

Vårryps, Hohto	kg/ha	rel. tal
A2. Plöjning	2050	= 100
B2. Ecomat		84
C2. CLG II kultivator 1 ggr ca 30 cm		89
D2. Tallriksredskap 2 ggr		94
E2. CLG II kultivator 2 ggr 30 cm		104

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200

Ecomat mot kvickrot

Aron Westlin

För att undersöka möjligheten att använda Kvernelands Ecomat för stubbearbetning startades hösten 2003 ett försök där olika bearbetningsstrategiers effekt på kvickrotsbeståndet prövas. Tallriksredskap efter skörd följt av konventionell plöjning har haft störst effekt på kvickrotsbeståndet, men även olika Ecomat-bearbetningar har fungerat bra.

I ett vårsått försök **R2-5075**, anlagt hösten 2003, prövas olika bearbetningsstrategier mot kvickrot. Försöket är beläget utanför Uppsala på en styv lera med ca 50 % ler i matjorden och en mullhalt strax över 3 %. Försöksleden ser 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 + tallriksredskap 10-12 cm

Alla led bearbetas två ggr. Efter skörd görs den första bearbetningen i respektive led och efter ca en månad görs den andra. All primärbearbetning utförs på hösten.



Resultat och diskussion

I tabell 18 redovisas det totala antalet kvickrotsskott vid försökets start 2003, mängden kvickrotsskott år 2006 som relativtal av antalet skott år 2003 samt skörderesultaten.

Stubbearbetning med tallriksredskap efter skörd följt av djup Ecomat-bearbetning reducerade kvickrotsbeståndet en del från föregående år. Övriga led hade något högre mängd kvickrotsskott i år jämfört med år 2005. Sett från försökets start har led E, två stubbearbetningar med tallriksredskap, haft sämst relativ förändring.

Skörderesultaten uppvisar inga signifikanta skillnader. Något högre avkastning uppmättes dock i led D (Ecomat 6-7 cm + Ecomat 17-20 cm).

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel 018-671200.

Tabell 18. Utveckling av kvickrotsbestånd och skörd 2006

Led	Kvickrotsbestånd		Skörd 06	
	2003 skott/m ²	2006 rel.tal	Havre kg/ha	rel.tal
A. Tallriksredskap 10-12 cm + konv. plöjning 20-23 cm	123	77	2800	100
B. Tallriksredskap 10-12 cm + Ecomat 17-20 cm	73	135	2730	98
C. Ecomat 6-7 cm + Ecomat 12-14 cm	92	86	2500	89
D. Ecomat 6-7 cm + Ecomat 17-20 cm	139	134	2940	105
E. Tallriksredskap 10-12 cm + tallriksredskap 10-12 cm	52	412	2660	95

Höstvete efter aktiv träda

Aron Westlin

Hösten 2005 startades ett försök där olika reducerade bearbetningssystem prövas i en god växtföljd. Till höstvete fungerade djup bearbetning med kultivator bäst men även grund kultivering och körning med Carrier gav bättre skörd än konventionell plöjning.

I ett försök, **R2-4134**, studeras hur olika reducerade bearbetningssystem fungerar i en god växtföljd.

De led som ingår i försöket är följande:

- A. 2 ggr Carrier (5-7 cm)
- B. 2 ggr kultivator (10-12 cm)
- C. 2 ggr kultivator (15-20 cm)
- D. Direktsådd
- E. Plöjt + 1 harvning

Led B och C bearbetades med fjäderpinnkultivator till ca 10-12 cm vid det första bearbetningstillfället och med styvpinnkultivator till 10-12 resp. ca 20 cm vid det andra bearbetningstillfället.

Försöket höstsåddes efter en aktiv träda, dvs träda med vallinsådd på en styv lera (ca 40-45 % ler). Vallen bekämpades med RoundUp före bearbetningarna.

I led D direktsåddes höstvetet i ett fint bruk och hade alla förutsättningar att etablera sig. Av någon anledning grodde dock inte kärnorna där och resultatet för år 2006 redovisas därför ej. Vid primärbearbetning på hösten gjordes dragkraftsmätningar för att få fram energiåtgången i de olika bearbetningssystemen.

Resultat och slutsats

Resultaten från dragkraftsmätningarna presenteras i tabell 19 och visar tydligt att det kostar energi att bearbeta djupt. Allra högst var energiåtgången i ledet som kultiverades en gång grunt och en gång djupt (led C). Energiåtgången var där mer än trettio procent högre än för det plöjda ledet.

Skörderesultaten från försöket redovisas i tabell 20. Skördarna i försöket var mycket höga, men skillnader fanns ändå mellan de olika behandlingarna. I de plöjningsfria leden var avkastningen högre desto djupare de bearbetats. I det plöjda ledet uppmättes lägst skörd. Djup kultivering resulterade i hela 9 procents skördeökning jämfört med plöjt led.

Den högre avkastningen i djupkultiveringsledet kan eventuellt försvara den högre energiåtgången vid primärbearbetning. Både ledet med grund kultivering och ledet med Carrier var mindre energikrävande än plöjningsledet och båda hade dessutom högre avkastning. Resultaten visar att det går mycket bra att etablera höstvete utan att plöja, speciellt om förfrukten är den rätta. Observera att inga skördeskillnader var signifikanta.

Tabell 19. Dragkraftsbehov (kN) per meter arbetsbredd. I kolumnen Totalt har dragkraftsbehovet från de enskilda bearbetningarna summerats. Värden som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt signifikanta på 5 %-nivån

	1:a körning	2:a körning	Totalt
A. Carrier	5,0	4,9	9,9 a
B. Grund Kultivering	7,9	5,6	13,5 b
C. Djup Kultivering	7,5	14,4	21,9 c
D. Direktsådd			*
E. Plöjning	16,4		16,4 d

*Led D, direktsådd utgår

Tabell 20. Skörd, kg/ha och relativtal år 2006. (plöjning=100)

A. Carrier	101
B. Grund Kultivering	105
C. Djup Kultivering	109
D. Direktsådd, system disc	*
E. Plöjning	8910=100
Signifikansnivå	n.s.

*Led D, direktsådd utgår

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Carrier på hösten eller våren?

Aron Westlin

Hösten 2005 startades ett försök där olika reducerade bearbetningsstrategier med Carrier före vårsådd studeras. Antingen bearbetas endast på hösten eller endast på våren eller också bearbetas både höst och vår.

I ett försök, **R2-4136**, studeras hur olika bearbetningsstrategier med Carrier före vårsådd fungerar. Bearbetning endast på våren jämförs med bearbetning endast på hösten och med bearbetning på både hösten och på våren.



Carrier består av två rader med tandade och koniska tallrikar som aggressivt bearbetar stubben.

De led som ingår i försöket är följande:

- A. Höstplöjning
- B. Carrier 2-3 ggr på hösten
- C. Carrier 1 g höst + 1 g vår
- D. Carrier 2-3ggr på våren

Försöket såddes med vårrybs efter vårkorn på en styv lera (ca 40-45 % ler).

Resultat och slutsats

Skörderesultaten från försöket redovisas i tabell 21. Skörderesultaten visar att alla led som bearbetats med Carrier gav bättre resultat både vad gäller fröskörd och råfettskörd. Skillnaderna i råfettskörd mellan det plöjda och de ej plöjda leden är mindre än motsvarande skillnad i fröskörd, d.v.s. att råfethalten var högre i det plöjda ledet.

Skörderesultaten år 2006 gav inte någon vägledning om vilken Carrierstrategi som bör väljas inför vårsådd, därtill var skördeskillnaderna alltför små. Resultaten visar dock att det finns goda möjligheter att sänka etableringskostnaderna. Motsvarande försök kommer även att genomföras 2006/2007.

Tabell 21. Skörd och råfettskörd, kg/ha och relativtal

	Skörd	Råfett
A. Konventionell plöjning	1980=100	743=100
B. Carrier 2-3 ggr på hösten	122	116
C. Carrier 1 g höst + 1 g vår	121	111
D. Carrier 2-3 ggr på våren	122	113
Signifikansnivå	n.s.	n.s.

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Försök med Väderstads TopDown

Aron Westlin

Hösten 2004 startades två försök med Väderstads TopDown. Att bearbeta med TopDown i en bra växtföljd står sig bra mot konventionell plöjning men i en dålig växtföljd är plogen att föredra. Resultaten visar förfruktens betydelse vid utelämnad plöjning.

Hösten 2004 startades två försök där bearbetning med Väderstads TopDown jämförs med konventionell höstplöjning, R2-4127. I det ena försöket tillämpas en god växtföljd och i det andra en dålig. Försöken drivs konventionellt med avseende på användning av handelsgödsel och kemiskt växtskydd.



TopDown består av två rader med tandade och koniska tallrikar, tre rader av fasta pinnar och längst bak en tung vält.

Försöken består av följande led:
A. Höstplöjning + harvning
B. TopDown 1 gång till 10 cm
C. TopDown 2 gånger till 10 cm
D. TopDown 1 gång till 20 cm
E. TopDown 2 gånger till 20 cm

Hösten 2005 byttes körning med TopDown ut mot en körning med Carrier och en körning med styvpinnekultivator. I båda försöken odlades höstvetete men förfrukterna var olika.

I försöket med dålig växtföljd var förfrukten höstvetete och i försöket med bra växtföljd var förfrukten vårraps. Båda försöken är belägna på en styv lera utanför Uppsala.

Resultat

Skörderesultaten redovisas i tabell 22. Försöket med bra växtföljd hade den högsta avkastningen med i snitt 2,2 ton högre skörd per hektar än försöket med dålig växtföljd. I båda försöken gav ledet som plöjdes högst skörd. I de kultiverade leden uppmättes högst skörd efter grund kultivering och två överfarter till 10 cm var bättre än en. Lägst blev avkastningen i ledet med två kultiveringar till 20 cm djup. De låga skördarna i djupkultiverade led kan delvis förklaras av en sämre plantetablering vilket i sin tur förmodligen orsakades av en bristfällig återpackning.

Ser man till medelavkastningen under de två senaste åren ger kultivering i bra växtföljd något högre skörd än plöjning men i dålig växtföljd ger plöjning betydligt bättre skörd än de olika kultiveringarna. Att växtföljden är viktig vid plöjningsfri odling beror många gånger på att den större halmmängden i markytan i ökar risken för svampangrepp. En dålig växtföljd medför därför ofta en större risk för svampangrepp.

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 22. Skörd år 2006, kg/ha och relativtal, samt medelskörd 2005-2006, relativtal, i försöksserie R2-4127

	Bra växtföljd Höstvete 2006	Dålig växtföljd Höstvete 2006	Bra växtföljd Medelskörd 2005-2006	Dålig växtföljd Medelskörd 2005-2006
A. Höstplöj. + harvning	8580=100	7320=100	100	100
B. TopDown 1 g 10 cm	96	78	101	87
C. TopDown 2 g 10 cm	99	85	104	90
D. TopDown 1 g 20 cm	95	76	102	84
E. TopDown 2 g 20 cm	93	73	101	83
Signifikansnivå	*	***		

Jordbearbetningssystem – regionala försök i östra Sverige

Lennart Johanson, Hushållningssällskapet Östergötland

Jordbearbetningsfrågor har redan från starten av de regionala försöken rönt ett stort intresse i försökskommittén och bland lantbrukarna. Frågeställningen har ofta varit om man kan reducera jordbearbetningen och hur detta påverkar skördenivån och om det ger ett ökat behov av växtskyddsinsatser. En försöksserie som pågått i elva år inom ÖSF har belyst denna fråga och är klar för slutredovisning. Förhoppningsvis ger resultaten en viss vägledning om hur olika strategier har fungerat i dessa försök.

Bakgrund och försöksplan

Tre försök med olika jordbearbetningssystem startade hösten 1995 i Östergötland, Södermanland och Örebro län. Försöken har pågått i två växtföljdsomlopp i en femårig, fast växtföljd med höstvet, havre, höstvet, våroljeväxter och höstvet. Försöket i Örebro avslutades dock under 2002. Försöken har finansierats dels av regionala medel och dels av Väderstadverken och Överum (Överum t o m första växtföljdsomloppet). Försöksserien avslutades med höstvet efter höstvet under 2006.

Nya försök med liknande frågeställning har påbörjats i området men med moderna maskinssystem och i större parceller. Frågeställningen i dessa försök var om grund plöjning och reducerad jordbearbetning kan hävda sig mot normal plöjning och anpassad jordbearbetning. Använda redskap för reducerad jordbearbetning utan plöjning har oftast varit kultivator med efterredskap eller

tallriksredskap. Anpassad bearbetning har bedömts av försökspatrullen och har oftast inneburit att plöjning utförts efter stråsäd medan plöjningsfritt dominerat efter oljeväxter d v s ett system som är vanligt förekommande i praktiken. Plöjningsdjupet vid normal plöjning var 22-25 cm och för grund plöjning 13-15 cm. Sådden utfördes med Väderstad Rapid på Klostergården och Kvinnersta medan en Väderstad Concorde har använts på Ulfhäll. Försöken har gödslats och ogräsbekämpats enhetligt över alla försöksled och kvickrotsbekämpning har utförts vid behov.

I dessa försök har även växtskyddsbehandlingar ingått för att se om reducerad jordbearbetning kräver mer insatser av kemikalier. Det har bestått av broddbehandling på hösten mot snömoegel och en axgångsbehandling mot bladfläcksvampar. Under det senaste året har svampbehandling utförts på våren och vid axgång. Samtliga försöksplatser har en lerhalt på 40-50 %.

Tabell 23. Bearbetningssystem och växtföljd

	Växtföljd	År
A. Normal plöjning, konventionell bearbetning	Höstvet	1996
B. Grund plöjning, reducerad bearbetning	Havre	1997
C. Ej plöjning, starkt reducerad bearbetning	Höstvet	1998
D. Anpassad bearbetning	Våroljeväxter	1999
	Höstvet	2000
1. Obehandlat	Höstvet	2001
2. Svampbehandling	Havre	2002
	Höstvet	2003
	Våroljeväxter	2004
	Höstvet	2005
	Höstvet	2006

Resultat och diskussion

2006 år resultat

Skördenivån för höstvetet under 2006 är relativt hög i försöket på Klostergården medan det i försöket på Ulfhäll var problem med ogräs och gulstrimsjuka med lägre skörd som följd.

I försöket på Klostergården har alla led betydligt högre skörd jämfört med led A, normal plöjning. En del av denna effekt beror på att det var torrt vid och efter sådden med senare uppkomst vid plöjning till normalt djup. På Ulfhäll är bilden den samma men på en något lägre nivå. Plöjning till normalt djup under torra förhållanden försvårar groningen vilket även observerats i andra försök. För övrigt är ju årets resultat en följd av alla årens konsekventa bearbetningar i de olika leden, tabell 24.

Det är relativt små utslag för svampbehandling i årets försök och som högst 400 kg i led C där det inte plöjts på 11 år.

Flerårsresultat

När vi sammanställer samtliga skördar över alla år skiljer sig resultaten på de tre platserna enligt tabell 25. På Klostergården har alla led högre skörd jämfört med normal plöjning och anpassad bearbetning. Även på Ulfhäll har den anpassade bearbetningen högst skörd medan reducerad bearbetning har gått sämre p g a problem med kvickrot.

På Kvinnersta har anpassad bearbetning en skörd i nivå med normal plöjning medan reducerad jordbearbetning har gått sämre. Sammantaget för alla tre försöken under alla år är det endast anpassad bearbetning som överträffar plöjning med 3 % medan oplöjt ligger 3 % under i avkastning. Skörderesultat i samma storleksordning

uppnåddes redan efter första växtföljdsomloppet.

När det gäller antal bearbetningar har led A, normal plöjning, totalt fler överfarter p g a att det krävts fler harvningar för att få en tillräckligt bra såbädd, se tabell 26. Under vissa år med besvärliga förhållanden har led C, utan plöjning krävt relativt många körningar för att få acceptabla förhållanden för sådd. Under senare år har dock antalet bearbetningar medvetet minskats i detta led.

Växtskyddseffekter

När det gäller effekten av växtskyddsbehandling är det endast små skillnader mellan de olika jordbearbetningsmetoderna.

Skördeökningen för växtskyddsbehandling är av samma storleksordning oavsett jordbearbetningssystem. Vid vissa graderingstillfällen har dock större svampangrepp noterats för det oplöjda ledet. När det gäller angrepp av stråknäckare har inga större skillnader noterats.

Ekonomiskt resultat

Ett försök till ekonomisk beräkning visar att det i medeltal för 29 skördar är fördelaktigt att inte plöja till fullt djup. Den grunda plöjningen har färre harvningar och en lägre kostnad som ger ett bättre netto. Utan plöjning sjunker skördenivån något men detta kompenseras av betydligt lägre kostnad för hela jordbearbetningen. Den anpassade jordbearbetningen uppvisar högst skörd och intar ett mellanläge när det gäller kostnaden för jordbearbetningen. Se tabell 27.

Tabell 24. Resultat 2 försök 2006, höstvete, förfrukt höstvete

Bearbetningssystem	E-län, Klosterg.	D-län, Ulfhäll
A. Normal plöjning, normal harvning	6750=100	4210=100
B. Grund plöjning, reducerad bearbetning	110	102
C. Ej plöjning, starkt reducerad bearbetning	114	110
D. Anpassad bearbetning	115	106

Tabell 25. Resultat 3 försök 1996-2006, 11 skördar, (Kvinnerstad 7 skördar)

Bearbetningssystem	Klosterg.	Ulfhäll	Kvinnersta
A. Normal plöjning	5480=100	4990=100	4200=100
B. Grund plöjning, reducerad bearbetning	104	97	102
C. Ej plöjning, starkt reducerad bearbetning	102	92	96
D. Anpassad bearbetning	106	103	99

Tabell 26. Antal bearbetningar i medeltal 1996-2006

Bearbetningssystem	Plöjning	Stubbearb.	Harvning	Totalt
A. Normal plöjning	1	0,1	3,1	4,2
B. Grund plöjning, red. bearb.	1	0,1	2,3	3,4
C. Ej plöjning	0	2,1	1,4	3,5
D. Anpassad bearbetning	0,7	0,7	2,2	3,6

Ekonomiskt utfall för olika bearbetningssystem

Kostnaderna för de olika jordbearbetningsmomenten har beräknats utifrån uppgifter i Maskinkostnader 2006,

Hushållningssällskapet och maskinkalkylgruppen. Arealkostnaden som använts förutsätter fält med god arrondering. Värdet av kärna/frö har beräknats till 1,05 kr.

Normal plöjning	838 kr/ha
Grund plöjning	612 kr/ha
Stubbearbetning kultivator	216 kr/ha
Stubbearbetning tallriksredskap	297 kr/ha
Harvning	137 kr/ha

Tabell 27. Ekonomiskt utfall, medeltal 3 försök, 29 skördar, 1996-2006

	A. Normal plöjning	B. Grund plöjning	C. Ej plöjning	D. Anpassad
Skörd kg/ha	5000 = 100	5037 = 101	4842 = 97	5164 = 103
Intäkter				
Kärna 1,05 kr/kg	5250	5289	5084	5422
Kostnader				
Plöjning	838	612		586
Stubbearbetning	22	22	483	161
Harvning	425	315	192	301
Summa	1285	949	675	1048
Utfall	3965	4340	4409	4374
Rel.tal	100	109	111	110

Sammanfattning

Resultaten från dessa försök visar att det finns ca 400 kr att spara på att inte plöja till fullt djup liksom för de reducerade systemen. Dessa system ger dels en högre kapacitet och färre harvningar med lägre bränsleförbrukning. Man kan även spara gröningsfukt till höstsådden vid torra förhållanden. Att helt utesluta plöjning i växtföljden är en svår fråga att besvara entydigt eftersom jordart och mullhalt har en stor betydelse för att lyckas. Metoden kräver dessutom god ”timing” och att skörderesterna kan hanteras på ett sätt så de inte hindrar vid sådden. Kort stubb och snabb bearbetning är viktigt för att starta nedbrytning av halmen. Växtodling utan

plöjning kräver ofta en intensivare kvickrotsbekämpning vilket även dessa försök har visat. Växtskyddsinsatsen när det gäller skadesvampar behöver inte bli större under de förhållanden som förekommit i dessa försök.

Den s k anpassade jordbearbetningen som går ut på att bearbeta optimalt efter rådande förutsättningar, förfrukt, växtrester, gröda, markfukt, jordart, väderlek o s v kanske är den mest flexibla metoden. Nackdelen är att det krävs fler maskiner men detta går att lösa med maskinsamarbete.

Nya jordbearbetningsförsök med större parceller och moderna maskinkoncept får utvisa vilken metod som ger högsta netto i växtodlingen.

Fördelar med plöjning:

- Bekämpar fleråriga ogräs på ett effektivt sätt
- Lättare att hantera stora halmmängder, förfruktsrester
- Mindre ytpackning, fördel med djupare luckring till känsliga grödor
- Grund plöjning ger högre kapacitet
- Kan krävas vid användning av vissa jordverkande bekämpningsmedel
- Medger en mer flexibel växtföljd
- Mindre halmrester i ytan som kan sprida växtsjukdomar
- Mindre problem med spillplantor, utsädesodling
- Mindre problem med sniglar

Fördelar utan plöjning:

- Lägre kostnad, lägre bränsleförbrukning
- Sparar markfukt vid höstsådd, minskad avdunstning
- Ingen plogsula, ökad mängd stabila porer
- Fler nyttoinsekter i ytan
- Högre mullhalt i ytan, högre biologisk aktivitet
- Ökad genomsläpplighet i gamla plogsulan

SÅBÄDDSDBEREDNING 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	Grund vårbearbetning med Kvernelands Ecomat	(1999)
R2-4121	Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten	(2000)

Grund vårbearbetning med Kvernelands Ecomat

Aron Westlin

I tre fältförsök prövas grund vårbearbetning med Kvernelands Ecomat både med och utan tiltpackare. 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 bra på platserna med 16 och 30 % ler.

Tre försök startades 1999 i serie **R2-5070** med syfte att pröva bl.a. Kvernelands såplog, men försöksleden har ändrats efterhand. Från och med år 2002 ingår grund plöjning med Kvernelands Ecomat och under åren 2003-2005 har såplogen ersatts med Ecomat Seeder. Våren 2006 ersattes Ecomat Seeder med Ecomatplöjning utan tiltpackare. Försöken är belägna på Säby gård utanför Uppsala på jordar med lerhalterna 36, 30 respektive 16 %. Ecomaten är ett redskap som är speciellt konstruerat för grund bearbetning. År 2006 utrustades Ecomaten med plastvändskivor.

Följande led ingick i försöken 2006:

- A. Höstplöjning + konventionell såbäddsberedning
- B. Vårplöjning + konventionell såbäddsberedning
- C. Vårbearb. m. Ecomat utan packare + 1 sladdning + sådd
- D. Vårbearb. m Ecomat utan packare+ 1 sladdning + sådd + 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

I alla försöken innebar konventionell såbäddsberedning 2 harvningar i led A och 3 harvningar i led B. I led C, D, E och F gjordes ingen annan såbäddsberedning än en sladdning. Alla leden såddes därefter med en såmaskin med släpbillar (Nordsten). Försöken drivs konventionellt i den meningen att handelsgödsel och kemiskt växtskydd användes efter behov.



Kvernelands Ecomat utrustad med plastvändskivor.

Resultat och diskussion

Skörderesultaten redovisas i tabell 27.

På den lättare jorden har vårplöjningsleden fungerat bra, till och med bättre än med konventionell höstplöjning. På de två styvare försöksplatserna var däremot skörden efter konventionell höstplöjning betydligt bättre än efter vårbearbetningarna. Positiva vältningseffekter noterades även under år 2006.

Studerar medelskördarna över åren 2002 – 2006, tabell 28, ser man att grund vårplöjning med Ecomat, separat sådd och vältning (led F) resulterat i högre skörd än efter konventionell höstplöjning på samtliga försöksplatser.

Våren 2006 ändrades försöksplanen genom att Ecomat-seeder-leden, C och D ersattes med Ecomat utan tiltpackare och Ecomat utan tiltpackare + vältning efter sådd. Detta för att kunna besvara frågan om det är nödvändigt med tiltpackare eller ej. Möjligen kan man ana en liten positiv effekt av tiltpackaren och då speciellt på den lättaste jorden. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 27. Skörd (kg/ha) år 2006

Lerhalt	36 % ler		30 % ler		16 % ler		Medel	
	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Höstplöjn. + konv. såbäddsberedn.	6220	100	7100	100	6750	100	6690	100
B. Vårplöjn. + konv. såbäddsberedn.	4170	67	4830	68	6840	101	5280	79
C. Vårbearb. med Ecomat ej packare	5040	81	6390	90	7080	105	6170	92
D. Vårbearb. med Ecomatej packare+vältning	5210	84	6560	92	7220	107	6330	95
E. Vårbearb med Ecomat	4870	78	6370	90	7220	107	6150	92
F. Vårbearb med Ecomat + vältning	5340	86	6760	95	7610	113	6570	98
Minsta signifikanta skillnad ($p < 0,05$)	510		450		410			

Tabell 28. Medelskörd i försök R2-5070 på samtliga försöksplatser åren 2002 - 2006

Lerhalt	36 % ler		30 % ler		16 % ler		Medel	
	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Höstplöjning	5700	100	6710	100	5760	100	6050	100
B. Vårplöjning	4630	81	5940	89	5870	102	5480	93
E. Vårbearb. med Ecomat	5580	98	6670	99	6050	105	6100	103
F. Vårbearb. med Ecomat + vältning	5750	101	6760	101	6180	107	6230	106

*Led C och D redovisas ej på grund av ändringar i försöksplanen.

Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten?

Aron Westlin

Hur finbrukad bör en såbädd till höstvetete vara? Under sex år har olika intensiteter i såbäddsberedning jämförts. I medeltal har det inte varit någon skördeskillnad mellan försöksleden men år 2006 gav extensiv såbäddsberedning 20 procent lägre skörd än intensiv såbäddsberedning.

Hösten 2000 startades ett försök där intensiv såbäddsberedning till höstvetete efter plöjning jämförs med extensiv såbäddsberedning, **R2-4120**. Försöket har alla år legat på jordar med lerhalter på ca 40 %.

Hösten 2005 bestod den intensiva såbäddsberedningen i led A av en bearbetning med Carrier, två Crosskillvältningar och två harvningar. Försöksledet med extensiv bearbetning (Led B) bearbetades två gånger med en Carrier. I led C, som kan betraktas som ett mellanting mellan extensiv och intensiv såbäddsberedning bearbetades det två gånger med tallriksredskap och harvades en gång före sådd.

Resultat och slutsatser

Skörderesultaten från de sex försöksåren redovisas i tabell 29. 2006 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. Sett över hela försöksperioden på sex år har skördeskillnaderna varit mycket små. I medeltal har den intensivare såbäddsberedningen endast resulterat i ett par procentenheter högre avkastning än det extensivt bearbetade ledet. Merskörden har med största sannolikhet 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 Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 29. Skörd, kg/ha och relativt i försöksserie R2-4120

	2006	Medel 2001-2006
A. Plöjn. + intensiv såbäddsberedning	6610=100	5680=100
B. Plöjn. + Carrier*	83	99
C. Plöjn. + tallrik 2 ggr + 1 harvning	92	97

Signifikansnivå

**

*Hösten 2000 t o m hösten 2003 bearbetades led B med Rexius Twin efter plöjning.



Hösten 2004.

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)
R2-7221	Återpackning i sockerbetor	(2006)

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. I försöket med högst lerhalt har dock skörden genomgående varit högre för låga marktryck. År 2006 delades rutorna så att korn och oljeväxter odlades jämsides i samma försök.

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:

A1=Plöjning, normala marktryck
 A2=Plöjning, låga marktryck
 B1=Ej plöjning, normala marktryck
 B2=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 2006 odlades vårrybs och spannmål parallellt i dessa försök genom att rutorna delades på mitten. Syftet är att studera om oljeväxter och stråsäd reagerar olika på bearbetningssystem och marktryck. Under året genomfördes också mätningar av markens penetrationsmotstånd, samt mätning av rot- och skottutveckling i oljeväxterna i juni månad.

Tabell 30. Skörd (kg/ha och relativt) i försöksserie R2-7115 2006

Jordart	641		642		643		Medel	
	nmh ML	V-rybs Korn	nmh ML	V-rybs Korn	nmh LL	V-rybs Korn	V-rybs	Korn
Plöjt, normal	1520	3000	2000	4820	2270	4550	1930	4123
Plöjt, låg	121	120	119	107	109	104	116	111
Ej plöjt, normal	117	111	109	112	110	103	112	109
Ej plöjt, låg	120	113	121	113	111	104	117	110
Plöjt	100	100	100	100	100	100	100	100
Ej plöjt	107	102	105	108	105	101	106	104
Normalt tryck	100	100	100	100	100	100	100	100
Lågt tryck	111	110	115	104	105	102	110	105

Tabell 31. Skörd (kg/ha och relativt) i försöksserie R2-7115 1998-2006

Försök nr	641/97	642/97	643/97	
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Försöksår	8	9	9	26
Plöjning, normala marktryck	100	100	100	100
Plöjning, låga marktryck	107	101	99	102
Ej plöjning, normala marktryck	103	101	103	102
Ej plöjning, låga marktryck	106	103	102	103
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	101	101	103	102
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	105	101	99	102

Resultat

Skörd 2006 samt medeltal för samtliga år visas i tabell 30 och 31. Under 2006 gav plöjningsfri odling högre skörd än odling med plöjning. Oljeväxter och korn har i stort sett reagerat lika på plöjningsfri odling med 6 respektive 4 % högre skörd än för plöjning. Också låga marktryck gav skördeökningar under 2006, framförallt i plöjda led. Detta är tvärtemot hypotesen att bra däcksutrustning blir viktigare i den plöjningsfria odlingen. En förklaring kan vara att dubbelmontage ger en jämnare återpackning än enkla hjul, vilket är speciellt viktigt i plöjda led.

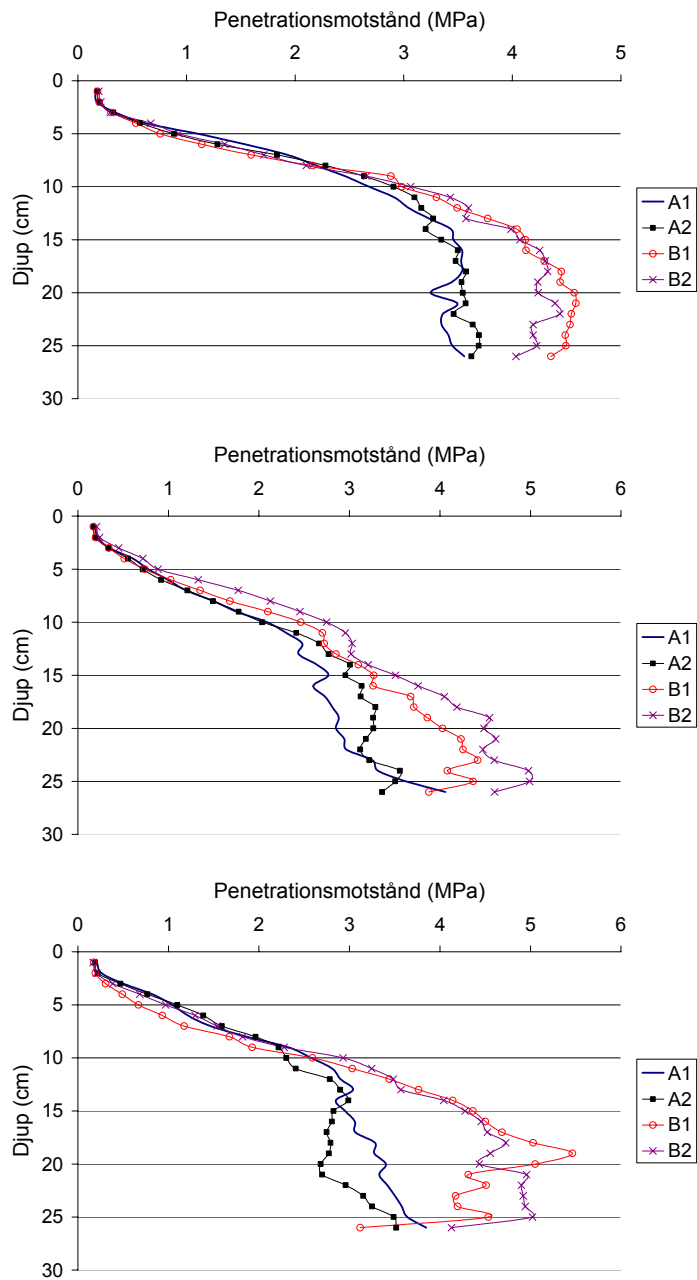
Sett över alla år har plöjningsfri odling gått bäst på den lätta jorden. Resultatet är något förvånande, då plöjningsfri odling ofta anses fungera bäst på styvare jordar.

Låga marktryck har i genomsnitt haft störst effekt i försök 641/97, som har den styvaste

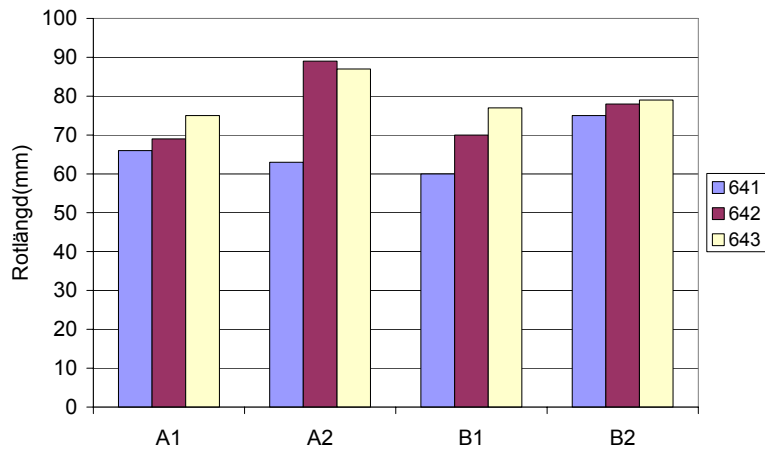
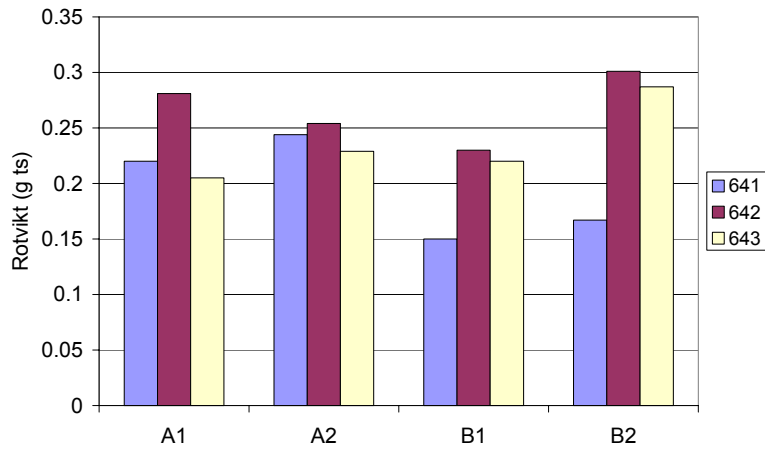
jorden av försöksplatserna. Skördehöjningen av låga marktryck har i genomsnitt varit störst för plöjda led, tvärtemot den ursprungliga hypotesen.

I figur 11 visas penetrationsmotstånd i samtliga försök. Penetrationsmotståndet var betydligt högre i plöjningsfria led i samtliga fall, effekten av marktryck är ganska liten och inte helt entydig.

I figur 12 visas rotvikt och rotlängd för samtliga försök. Effekterna av bearbetningssystem är ganska små, utom i försök 641/97 där rottillväxten var klart lägre i plöjningsfria led. Också effekterna av marktryck var små, även om det finns en tendens att låga marktryck gett något större rotvikt och -längd än normala tryck. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.



Figur 11. Penetrationsmotstånd i försök 641/97 (överst), 642/97 (mitten) och 643/97 (nederst). A1=Plöjning, normala marktryck, A2=Plöjning, låga marktryck, B1=Ej plöjning, normala marktryck, B2=Ej plöjning, låga marktryck.



Figur 12. Rotvikt och rotlängd för oljeväxter, mätt i juni i samtliga försök i serie R2-7115. A1=Plöjning, normala marktryck, A2=Plöjning, låga marktryck, B1=Ej plöjning, normala marktryck, B2=Ej plöjning, låga marktryck.

Återpackning till sockerbetor

Johan Arvidsson

Under 2006 startades försök med återpackning i sockerbetor. Olika grad av packning erhöles med packarhjul på såmaskin, mellanpackare, vält och traktorhjul. Packning med traktorhjul gav högst skörd på höstplöjd mark. Olika grad av återpackning med packarhjul på såmaskin hade liten inverkan på skörden.

Inledning

Jordpackning inom jordbruket betraktas generellt som något negativt eftersom det bl.a kan leda till försämrade rottillväxt, syrebrist, vattenmättnad och sänkt skörd. För att motverka jordpackning luckras därför jorden, i Sverige framförallt genom plöjning. Jorden blir dock i regel för lucker efter plöjning för att ge maximal skörd. En viss återpackning efter plöjning ger därför ofta en skördehöjning. Detta har bekräftats i både svenska och utländska försök. Det är inte klarlagt vilka mekanismer som är viktigaste förklaringen till att skörden höjs vid en viss återpackning. Helt klart är en viktig faktor att den kapillära ledningsförmågan för vatten ökar i packad jord. Det är dock oklart om det krävs återpackning i hela matjorden eller om det räcker med en lokal återpackning kring fröet. Återpackningen i försök har ofta gjorts enbart med traktorhjul. I vilken utsträckning tillräcklig återpackning kan erhållas med hjälp av t.ex. olika typer av tryckrullar, vältar eller tiltpackare är dåligt belyst i försök.

Projektets syfte

Projektet har följande huvudsakliga syften:

1. Att studera återpackningens betydelse för avkastningen av sockerbetor.
2. Att studera om tryckrullar kan ge tillräcklig återpackning jämfört med traktorhjul.
3. Att studera om det är tillräckligt att återpacka jorden i såraden eller om det krävs en återpackning av hela matjordslagret.

4. Att studera samspel mellan bearbetningsmetod och återpackningsbehov (höstplöjt – vårplöjt – plöjningsfritt).

5. Att jämföra resultat i rena fältförsök med praktiska mätningar i fält.

Försöksutförande

Projektet genomförs i form av fältförsök under tre år på fyra platser per år, på moränleror i södra Skåne med lerhalter mellan 10 och 25 %. Försöken samordnas med de studier som ingår i projektet Team 20/20 och drivs av SBU. Under 2006 genomfördes fyra försök på moränleror i området kring Lund i Skåne: ett på Ädelholm, två på Vragerups gård och det fjärde vid Stävie. Försöken utfördes på höstplöjd mark utom på Vragerup där två försök genomförts på samma fält, ett på plöjd och ett på ej plöjd mark. På så sätt är det möjligt att studera samspel mellan bearbetningsmetod och återpackningsbehov. Försöksplanen, som är fullständigt randomiserad i fyra block, innehåller följande led:

- A. Återpackning med tryckrulle i såraden, lågt tryck
- B. Återpackning med tryckrulle i såraden, normalt tryck
- C. Återpackning med tryckrulle i såraden, högt tryck
- D. Återpackning med tryckrulle hela markytan, lågt tryck
- E. Återpackning med tryckrulle hela markytan, högt tryck
- F. Återpackning med traktorhjul, hela markytan
- G. Återpackning med vält

Behandlingarna gjordes i två rader mellan traktorhjulen, där marken i övrigt lämnas opackad. Alla överfarter vid harvning och packning gjordes med en för ändamålet avsedd traktor med extra stor spårvidd. Fälten harvades efter behov, vilket i regel innebar två harvningar.

Sådden gjordes med den av Edenhall utvecklade såmaskinen Advancer, med möjlighet att hydrauliskt reglera återpackning med ett speciellt packarhjul som går före såbillarna. I försöken kördes A-ledet ovan med så lågt tryck som möjligt på packarhjulet där maskinen fortfarande sår normalt. B-ledet kördes med det tryck som normalt används vid sådd, medan led C innebär ca dubbelt så högt tryck som i led B. Packning av hela bredden med tryckrullar gjordes med en mellanpackare med gummihjul. För att erhålla högt respektive lågt tryck belastades packarhjulen med vikter. Packning av traktorhjul gjordes genom körning med breddäck med samma traktor som användes till harvning, ringtryck 80 kPa (0,8 bar).

Mätning av packning

Cylindrar med jord för att bestämma markens skrymdensitet uttogs mitt under såraden i led A, B, C och F i samtliga försök. Resultatet redovisas i figur 13. Effekten av behandlingarna har blivit den avsedda. A-ledet har i samtliga fall den lägsta skrymdensiteten och traktorledet den högsta. För att bestämma packningens storlek gjordes också mätningar med penetrometer i samtliga försök. Mätning gjordes varje centimeter till 30 cm djup vinkelrätt mot sårriktningen med 7 stick i 4 cm intervall över såraden (6 mellanrum x 4 cm = 24 cm, d.v.s. halva radavståndet). Vid mätningen direkt efter sådd erhöles relativt små skillnader, det var dessutom svårt att tolka fördelningen av penetrationsmotståndet i horisontalled. Mätningarna gjordes därför om i led A, B, C och G i mitten av juni. Resultatet av dessa mätningar visas i figur 14. Vid detta tillfälle erhöles tydliga skillnader mellan leden, dock på ett större djup än vad som förväntades. I samtliga fall har traktorhjulen givit klart högst packning, men också mellan de led som packats olika med såmaskinen fanns tydliga skillnader.

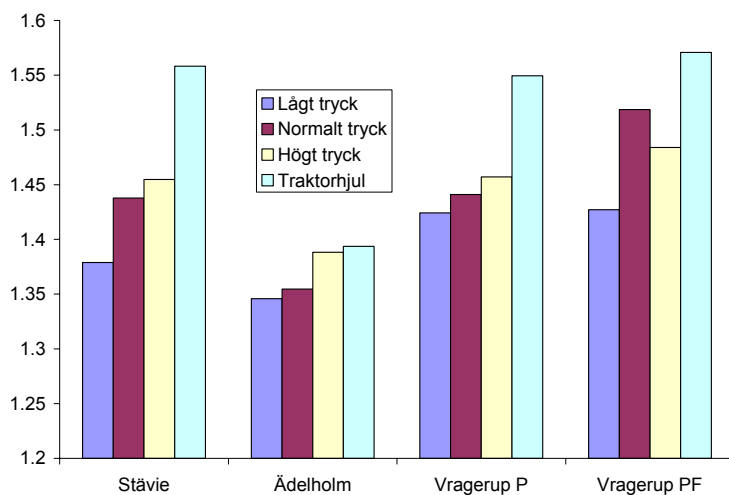


Fig. 13. Skrymdensitet i led A, B, C och F mitt under såraden i samtliga försök.

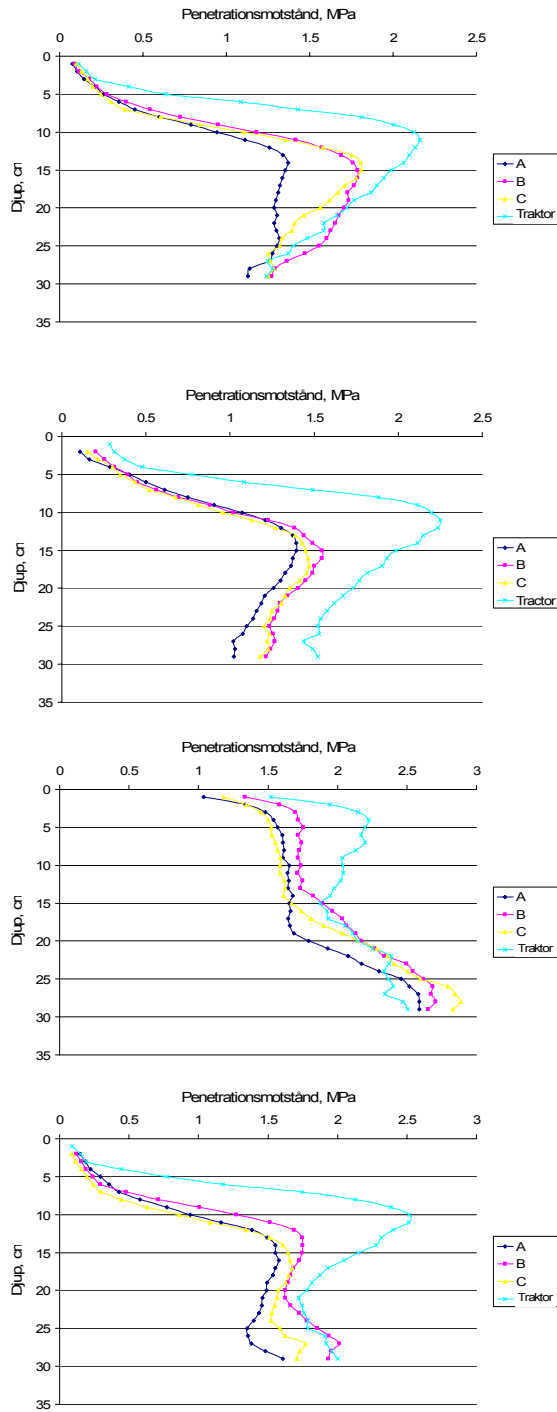


Fig. 14. Penetrationsmotstånd vid mätningar i juni. Uppifrån och ner: Ädelholm, Stävie, Vragerup plöjt och Vragerup plöjningsfritt.

Skörd och plantantal

Under vegetationsperioden gjordes mätning av uppkomst, gradering av planttäckning vid två tillfällen samt bestämning av slutlig skörd. Dessutom vägdes mängden ovanjordisk grönmassa och rot en gång under vegetationsperioden (mitten av juni).

Skörd och plantantal redovisas i tabell 32 för de höstplöjda försöken och i tabell 33 för det plöjningsfria försöket på Vragerup. Återpackning med traktor har höjt skörden i de försök som höstplöjts, utslaget var signifikant både på Vragerup och

Ädelholm. Även packning med mellanpackare och vält har i genomsnitt haft en positiv effekt. En av anledningarna till att återpackning höjt skörden kan vara att plantantalet i regel varit högre i packade led. Extra packning med tryckrullar på såmaskinen har dock inte lett till ökad skörd.

I det plöjningsfria försöket har återpackning med traktor ej höjt skörden, antagligen p.g.a. att marken från början haft en högre packningsgrad. Här finns dock en tendens att extra återpackning med såmaskin eller packarhjul givit högre skörd.

Tabell 32. Skörd (ton/ha och relativtal) och plantantal (plantor/m²) i höstplöjda försök

	Vragerup		Stävie		Ädelholm		Medel	
	Socket	Plantor	Socket	Plantor	Socket	Plantor	Socket	Plantor
Lågt tryck=100	12.4	7.8	9.2	8.8	100	7.7	8.6	8.1
Normalt tryck	94	7.1	98	8.4	101	7.4	98	7.6
Högt tryck	101	7	93	7.7	100	7.3	98	7.3
Packare, låg last	106	8.2	104	8.7	99	7.9	103	8.3
Packare, hög last	107	8.3	105	8.9	99	8.3	104	8.5
Traktor 1 överfart	105	8.1	113	9	109	8.8	109	8.6
Vält	107	8.5	96	9	108	7.4	104	8.3
Sign.	*	*	P=0.13	*	*	n.s.		

Tabell 33. Skörd (ton/ha och relativtal) och plantantal (plantor/m²) i ett plöjningsfritt försök (Vragerup)

	Socket (rel.)	Plantor
Lågt tryck=100	12.9	6.8
Normalt tryck	105	8.1
Högt tryck	106	8.1
Mellanpackare, låg last	103	8.4
Mellanpackare, hög last	104	8.1
Traktor 1 överfart	98	8.5
Vält	98	8.3
Sign.	P=0.19	*

Kan vi förklara skördevariationer på fältnivå med inomfältsvariation av markens infiltrationsförmåga?

Thomas Keller & Tomas Rydberg

På tre fält mättes markens infiltrationsförmåga, K_{fs} , i ett område med hög, medel- respektive låg skörd. Det fanns en positiv korrelation mellan relativ K_{fs} och relativ skörd. Speciellt områdena med låg skörd var karakteriserade av låg K_{fs} och sämre struktur. Även om markens struktur troligtvis inte är orsaken till all skördevariation, kan vissa inomfältsvariationer av skörd förklaras med inomfältsskillnader i markstruktur.

Inledning

Inomfältsskördevariationer förekommer i stort sett på alla fält. Variationen kan ha olika orsaker: naturlig variation (mark, topografi, *etc.*), slumpartad variation (regn, vind, *etc.*), och variation som beror på bruksmetoder (jordbearbetning, gödning, *etc.*).

Thylén (1997) fann att den rumsliga skördevariationen inom ett fält utanför Uppsala var ganska konstant under fyra år, dvs. att skördemönster (områden med hög respektive låg avkastning) återkom år efter år.

Inom precisionsodling har man framför allt försökt förklara skördevariationer med variationer i näringsämnen i matjorden (Bölenius *et al.*, 2005). I ett stort projekt i södra Sverige, det s.k. 4T-projektet (Blomquist *et al.*, 2002) analyserades samband mellan ett stort antal variabler och skörd av sockerbetor. Fyra variabler hittades som kunde förklara 85 % av sockerskörden, varav en var vertikal infiltration.

Markstrukturen påverkar många viktiga egenskaper och processer i jorden, såsom hydrauliska processer, lufthushållning (och därmed kemiska reaktioner), markens hållfasthet, *etc.*, vilka i sin tur starkt påverkar rötternas tillväxt och grödornas utveckling. Ett av de mest värdefulla måtten på markens struktur är vattenlednings- och infiltrationsförmågan (t.ex. Dexter, 1988).

Projektets syfte var att studera samband mellan infiltration och skörd på fältnivå (inomfältsvariation). Ett annat syfte var att testa en enkel fältmetod för att mäta jordens infiltrationsförmåga som indikator för markens struktur.

Material och metoder

Studien utfördes på två gårdar i Östergötland (EDL, Mjölby; och Nolo Lantbruks AB, Väderstad) och en gård i Sörmland (Sjösa Gård AB, Nyköping). Alla dessa gårdar hade GPS-skördekartat sina fält under ett antal år. På varje gård valdes ett fält där mätningarna utfördes; de tre fälten kallas Varv, Svanshals respektive Sjösa. Genom att studera historiska skördekartor kunde på varje fält ett område med hög skörd, ett med medelgod skörd och ett med låg skörd bestämmas. Områden med uppenbart låg skörd (vändtegar, infarter) valdes bort.

Inom varje område gjordes infiltrationsmätningar för bestämning av den hydrauliska konduktiviteten i matjorden och alven. Samtidigt togs cylinderprover för bestämning av vattenhalten i fält, mättad vattenhalt samt markens skrymdensitet. Dessutom togs jordprover för bestämning av textur och mullhalt. Totalt gjordes mätningar på 3 (fält) x 3 (områden) x 2 (djup) = 18 punkter.

Den fältmättade hydrauliska konduktiviteten, K_{fs} , mättes med den s.k. ”simplified falling-head (SFH)” tekniken (Bagarello *et al.*, 2004). SFH-tekniken går ut på att snabbt applicera en liten volym vatten, V , på markytan inom en cylinder (med tvärsnittsarea A) som drivits ner några centimeter i marken och att mäta tiden, t_a , från det att man har applicerat vatten till dess att markytan inte längre är vattentäckt. K_{fs} beräknas sedan som (Bagarello *et al.*, 2004):

$$K_{fs} = \frac{\Delta\theta}{(1-\Delta\theta)t_a} \left[\frac{D}{\Delta\theta} - \frac{D + \frac{1}{\alpha^*}}{(1-\Delta\theta)} \ln \left(1 + \frac{(1-\Delta\theta)D}{\Delta\theta \left(D + \frac{1}{\alpha^*} \right)} \right) \right]$$

där $\Delta\theta$ är skillnaden mellan den mättade vattenhalten och vattenhalten i fält vid mätningens start, $D = V/A$ är vattendjupet vid mätningens start, och α^* är förhållandet mellan K_{fs} och matrixflödepotential (engelsk: matric flux potential). För alla mätningar användes ett värde av 12 m^{-1} för α^* (Bagarello *et al.*, 2004).

Mätningarna utfördes med stålcyllindrar med en genomsnittlig diameter på 15,6 cm och en höjd på ungefär 15 cm. Cyllindrarna drevs ner 8 cm i marken på 3 respektive 25 cm djup. På varje ställe och djup gjordes sju infiltrationsmätningar (upprepningar). För alla mätningar användes samma volym vatten, $33 \text{ cl} = 330 \text{ cm}^3$, vilket motsvarar innehållet i en läskburk.

Absoluta skördevärden omvandlades till relativa skördevärden för att kunna jämföra olika grödor och olika fält. För varje fält

beräknades den relativa skörden i procent, RS, som

$$RS_{\text{område}} = 100 \frac{Skörd_{\text{område}}}{Skörd_{\text{Hög}}}$$

Den relativa skörden i området med hög skörd blir således 100 %. På liknande sätt beräknades den relativa hydrauliska konduktiviteten, RK_{fs} , för varje fält som

$$RK_{fs, \text{område}} = 100 \frac{K_{fs, \text{område}}}{K_{fs, \text{Hög}}}$$

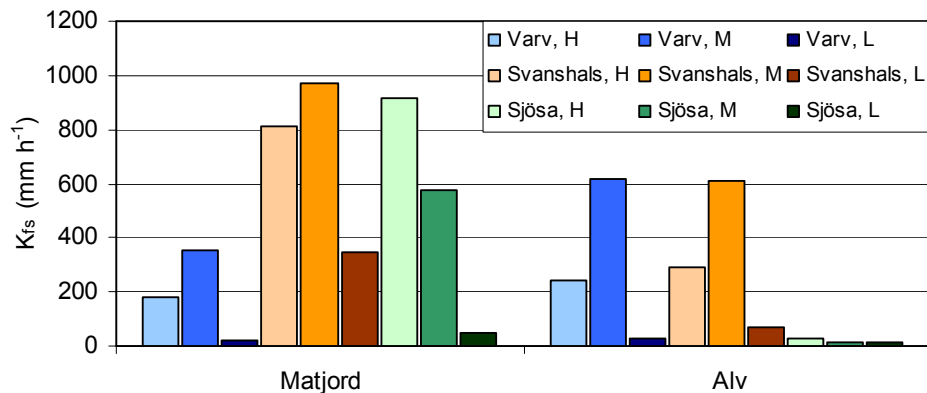
Den relativa hydrauliska konduktiviteten i området med hög skörd blir därför 100 %.

För statistiska analyser användes GLM proceduren i SAS (SAS, 1996).

Tabell 34

Textur samt mullhalt och skrymdensitet på de undersökta platserna

Fält, skördenivå, skikt	Jordart	Lera	Silt	Sand	Mullhalt	Skrymdensitet
		----- (vikts-%) -----				(Mg m^{-3})
Sjösa						
Hög skörd, alv	Styv lera	42,4	49,4	8,4	3,9	1,39
Hög skörd, matjord	Styv lera	41,6	49,6	8,8	4,3	1,16
Låg skörd, alv	Mellanlera	37,8	47,3	14,9	2,6	1,40
Låg skörd, matjord	Mellanlera	37,2	48,5	14,3	3,7	1,33
Medelskörd, alv	Styv lera	49,8	32,6	17,6	3,0	1,40
Medelskörd, matjord	Styv lera	47,3	35,8	16,9	3,7	1,28
Svanshals						
Hög skörd, alv	Mellanlera	33,5	45,5	21,0	2,3	1,44
Hög skörd, matjord	Mellanlera	32,5	44,9	22,7	2,7	1,29
Låg skörd, alv	Styv lera	50,6	37,3	12,1	3,9	1,42
Låg skörd, matjord	Styv lera	50,6	36,5	13,0	4,6	1,37
Medelskörd, alv	Mellanlera	32,7	45,3	22,1	1,9	1,39
Medelskörd, matjord	Mellanlera	31,5	46,7	21,9	2,4	1,28
Varv						
Hög skörd, alv	Mellanlera	33,2	53,9	13,0	4,6	1,46
Hög skörd, matjord	Mellanlera	35,8	52,1	12,2	4,3	1,33
Låg skörd, alv	Styv lera	43,9	26,9	29,2	1,9	1,60
Låg skörd, matjord	Mellanlera	30,3	26,3	43,4	3,2	1,50
Medelskörd, alv	Mellanlera	25,7	47,5	26,7	4,6	1,38
Medelskörd, matjord	Mellanlera	26,0	47,0	26,9	4,9	1,21



Figur 15. Fältmättad hydraulisk konduktivitet, K_{fs} , på de tre platserna Varv, Svanshals och Sjösa; H: hög skörd, M: medelskörd, L: låg skörd

Resultat

I genomsnitt över alla platser och år var skörden i området med låg skörd 78 % och i området med medelskörd 93 % av skörden i området med hög skörd. På alla tre fält var skördarna i området med låg skörd stabilt låga över åren, medan skördarna i området med medelskörd sjönk över åren jämfört med skördarna i området med hög skörd.

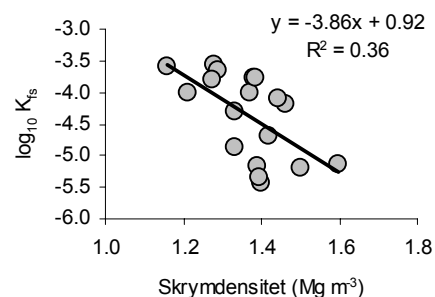
Textur samt mullhalt och skrymdensitet i de olika områdena på de tre fälten redovisas i tabell 34. Jordarten på de tre fälten varierade från mellanlera till styv lera. Lerhalten var lite högre i området med låg skörd på Svanshals (både matjord och alv) och Varv (bara alv). På Sjösa var lerhalten däremot lägre i området med låg skörd. Jämfört med området med hög skörd var mullhalten i området med låg skörd lite lägre på Sjösa och Varv, men lite högre på Svanshals. På Varv var skrymdensiteten högre i området med låg skörd jämfört med området med hög skörd, medan det inte fanns nämnvärda skillnader mellan de olika områdena på de andra två fälten.

De uppmätta värdena på fältmättad hydraulisk konduktivitet, K_{fs} , visas i figur 15. K_{fs} varierade mellan 1,30 cm i timme (Sjösa, alv) och 97,4 cm i timme (Svanshals, matjord). Generellt uppmättes det högre K_{fs} i matjorden jämfört med alven ($p < 0.1$). Förutom i alven på Sjösa var K_{fs} i området med låg skörd signifikant lägre ($p < 0.05$) än

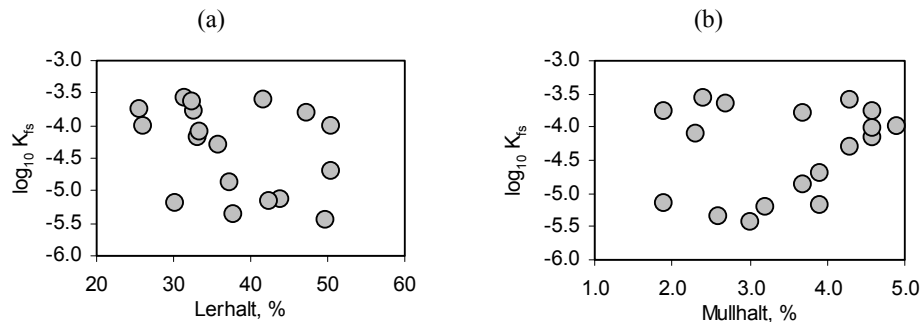
K_{fs} i området med medelskörd och hög skörd. Det fanns inga signifikanta skillnader ($p > 0.05$) mellan K_{fs} i området med medelskörd och hög skörd, med undantag av alven i Varv, där K_{fs} i området med medelskörd var högre än K_{fs} i området med hög skörd.

K_{fs} i området med låg skörd var mellan 11 och 64 % av K_{fs} i området med hög skörd i alven och mellan 5 och 43 % i matjorden. I området med låg skörd var K_{fs} alltså betydligt lägre än K_{fs} i området med hög skörd.

K_{fs} var negativt korrelerat till markens skrymdensitet (figur 16). Inget samband hittades mellan lerhalt respektive mullhalt och K_{fs} (figur 17a och b).



Figur 16. Samband mellan markens skrymdensitet och hydrauliska konduktivitet, K_{fs}



Figur 17. Samband mellan hydraulisk konduktivitet, K_{fs} , och (a) lerhalt respektive (b) mullhalt

Det fanns ett ganska bra samband mellan relativ hydraulisk konduktivitet, RK_{fs} , och relativ skörd, RS (figur 18). Generellt ökade RS med ökad RK_{fs} . På Svanshals och Varv var RK_{fs} i området med medelskörd större än 100 % (dvs. K_{fs} i området med medelskörd var högre än K_{fs} i området med hög skörd, vilket dock bara var signifikant i alven på Varv). Detta tyder på att skörden inte kan förväntas öka hur mycket som helst med ökande K_{fs} , utan att en ökning av K_{fs} över en viss gräns inte har någon eller till och med en negativ effekt på skörden.

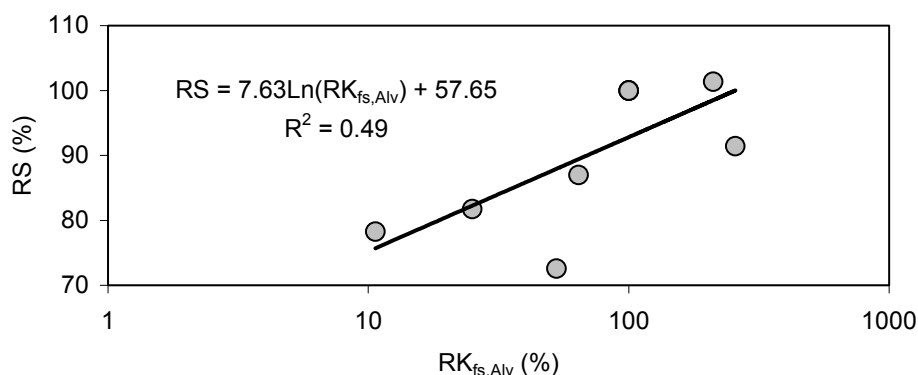
Diskussion

Inget samband mellan textur respektive mullhalt och K_{fs} hittades (figur 17), vilket tyder på att K_{fs} påverkas mycket mera av markens struktur än av markens textur. En av de strukturförstörande processerna är markpackning; således hittades en negativ korrelation mellan K_{fs} och skrymdensitet (figur 16). Skrymdensitet i sig är dock en relativt dålig indikator för markens struktur (Dexter, 1988), vilket syns i en ganska stor spridning i figur 16.

Det fanns inget tydligt samband mellan inomfältvariation av jordart och mullhalt och inomfältvariation av skörd (cf. tabell 27) eller mellan (relativ) skrymdensitet och inomfältvariation av skörd (figur visas inte). Däremot hittades en positiv korrelation mellan den relativa konduktiviteten, RK_{fs} , och den relativa skörden, RS (figur 18). Områdena med låg skörd hade betydligt lägre K_{fs} än områdena med hög skörd (figur 15 och 18),

vilket kan tyda på strukturproblem (markpackning, jordbearbetning vid fel tidpunkt, etc.) i de förstnämnda områdena. Detta stöds av den visuella bedömningen av strukturen i fält: i områden med låg skörd föll jorden inte sönder lika lätt som i områden med hög skörd och det var betydligt tyngre att gräva. K_{fs} i områden med medelskörd skilde sig inte från K_{fs} i områden med hög skörd förutom i matjorden på Varv, där K_{fs} i området med medelskörd var högre än K_{fs} i området med hög skörd. Samtidigt som en jord ska ha en hög genomsläpplighet för att leda bort överskottsvatten måste den ha förmågan att lagra vatten. En möjlig förklaring till lägre skörd trots högre K_{fs} kan därför vara att marken i området med medelskörd kunde lagra mindre vatten, dvs. hade mindre växttillgänglig vatten, än marken i området med hög skörd.

Markens genomsläpplighet eller hydraulisk konduktivitet är en bra indikator av markens struktur (Dexter, 1988). En korrelation mellan K_{fs} och skörd behöver därför inte betyda att K_{fs} i sig är den kritiska egenskapen som ensam bestämmer skörden. Andra egenskaper som påverkas av strukturen, t.ex. vattentillgängligt vatten, luftfylld porositet, syretransport, mekaniskt motstånd för rötter, etc., är också viktiga för grödornas tillväxt. De olika egenskaperna kan emellertid vara olika avgörande beroende på väderleken. En bra vattengenomsläpplighet i sig är dock troligtvis en förutsättning för en bra avkastning. En dålig genomsläpplighet är ett tecken på dålig struktur, vilket kan resultera i minskad rottillväxt och försämrad skörd.



Figur 18. Samband mellan relativ skörd, RS, och relativ hydraulisk konduktivitet i alven, $RK_{fs,Alv}$

Slutsatser

SFH-tekniken är en enkel metod för att bestämma markens infiltrationsförmåga i fält. Mätutrustningen består av en (stål)cylinder som drivs ner i marken, vatten och ett tidtagarur. Metoden lämpar sig därför bra för både vetenskapliga studier och praktiska tillämpningar.

En positiv korrelation mellan relativ konduktivitet och relativ skörd hittades. Speciellt områdena med låg skörd var karakteriserade av låg konduktivitet och sämre struktur. Även om markens struktur troligtvis inte är orsaken till all skördevariation kan vissa inomfältvariationer av skörd förklaras med inomfältsskillnader i markstruktur.

Markens infiltrationsförmåga är en bra indikator på markstrukturen. Flera undersökningar behövs dock för att mer i detalj kunna förstå hur markstrukturen påverkar grödornas tillväxt och skörd för att veta vilka åtgärder (t.ex. strukturkalkning, mekanisk eller biologisk alvluckring, etc.) som skall vidtagas för att förbättra markstrukturen på lång sikt.

Tack

Detta arbete var finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF). Ett stort tack till Sven-Axel Nordstrand (Nolo Lantbruks AB, Väderstad), Stefan Lindgren (Sjösa Gård AB, Nyköping) och Erik Danckwardt-Lilleström

(EDL, Mjölby) för visat intresse, urval av lämpliga fält och tillhandahållande av skördekartor; till Anna Lindberg och Torbjörn Lovang (Lovanggruppen AB, Vikingstad) för tillhandahållande av adresser till dessa tre lantbrukare; och till Urban Svantesson och Christina Öhman (SLU Uppsala), för hjälp i fält respektive laboratoriet.

Referenser

- Bagarello V; Iovino M & Elrick D (2004) A simplified falling-head technique for rapid determination of field-saturated hydraulic conductivity. *Soil Science Society of America Journal* 68, 66-73.
- Blomquist J; Christensson B; Gerhardson B; Hellgren O; Berglund K; Larsson H; Wildt-Persson T & Rydberg T (2002) 4T – Tillväxt till Tio Ton. Slutrapport.
- Bölenius E; Rogstrand G; Arvidsson J & Stenberg B (2005) Site-specific rapid determination of physical soil properties limiting the yield. In: *Book of Abstracts of the 5th European Conference on Precision Agriculture*, Uppsala, Sweden, pp. 48-50.
- Dexter A R (1988) Advances in characterization of soil structure. *Soil & Tillage Research* 11, 199-238.
- SAS, 1996. SAS/STAT™ Software: Changes and Enhancements Through Release 6.11. SAS Institute Cary NC.
- Thylen L (1997) Consistency in yield variation and optimal nitrogen rate. In: *Proceedings of the ECPA conference on Precision Agriculture*, pp. 345-350.

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. Försöket har legat nere under 2005 och 2006 men kommer att tas i bruk igen.

Resultat

Avkastningen i försöket 1994-2004 redovisas i tabell 35. 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 växtnäringsämnen 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 direktsåtts. 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.

Tabell 35. Skörd (kg/ha och relativt) 1994-2004 i försöksserie R2-8302

Led	Vårkorn		Havre		Vårkorn		Havre		Korn		Vårkorn		Medel	
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	1994-2004	1994-2004	
Höstplöjt	1490	3140	4390	4380	3400	2580	4380	2740	2450	4090	2340	3220	3220	
	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	
Vårplöjt	94	76	112	94	101	131	106	92	90	103	153	105	105	
Plöjningsfri odling	173	104	104	105	99	112	87	120	60	89	141	109	109	
Direktsådd ¹	38	107	73	59	65	26	85	73	102	44	-	67	67	
Djupkultivering varje år	107	90	107	105	99	107	83	108	68	99	141	101	101	
Djupkultivering vart tredje år	-	76	115	100	99	115	98	117	76	101	146	104	104	
Vårplöjning och fånggröda	91	76	105	73	100	136	101	101	108	99	132	99	99	
Höstvete/vall ²	-	149	-	52	-	110	-	37	-	9	-	71	71	
Plöjningsfri odl. + org. mtrl. höst	177	118	115	119	118	119	102	135	71	81	164	120	120	

¹ Ledet utgick år 2004.

² Vall 1994, 1996 (sådd i renbestånd våren 1996) 1998, 2000, 2002 och 2004.

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 36. Försöket är placerat på en sandjord på Fotegården utanför Lidköping, av dräneringsvattnet. Både huvudgrödan och fånggrödan provtas för bestämning av

grödornas kväveupptag. Mineralisering av kväve i marken beräknas från analyser av mineralkväve i jordprover. År 2006 har potatis odlats och samtliga rutor har fått samma behandling som en förberedelse för den nya försöksplan som tas i bruk år 2007.

Tabell 36. 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	-	1N	Tidig höst	Sen höst	-
B	1 Stg	1/2N	Tidig höst	Sen höst	-
C	-	1N	-	Sen höst	Eng. rajgräs
D	1 Stg	1/2N	-	Sen höst	Eng. rajgräs
E	-	1N	-	Tidig vår	-
F	1 Stg	1/2N	-	Tidig vår	-
G	-	1N	-	Tidig vår	Eng. rajgräs
H	1 Stg	1/2N	-	Tidig vår	Eng. rajgräs

Tabell 37. Skörd (kg/ha och relativt) 1994-2005

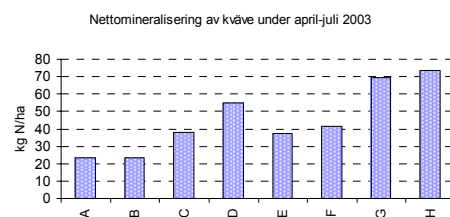
Led	Havre 1994	Korn 1995	Potatis 1996 ¹	Havre 1997	Vårkorn 1998	Havre 1999	Potatis 2000	Korn 2001	Havre 2002	Vårkorn 2003	Höstraps 2004	Råg 2005	Potatis 2006	Medel 94-05
A	3680	3960	8960	4970	4730	4970	100	3980	4110	2530=	1830	5180	100	100
B	97	134	108	109	109	102	100	92	109	124	135	110	95	111
C	86	71	108	112	114	99	110	112	117	140	192	102	97	114
D	101	129	95	110	107	103	85	109	119	118	180	102	93	113
E	100	93	90	101	96	95	103	108	72	111	110	90	96	97
F	113	126	93	112	104	101	95	107	97	125	171	99	94	112
G	108	96	93	101	100	95	96	116	95	138	127	65	103	103
H	112	132	108	104	107	94	84	114	94	142	160	65	105	110

¹ kg torrs substans per ha.

Under åren 1993-2002 odlades uteslutande vårstråsäd, vårraps samt potatis. För att få en mer varierad växtföljd med inslag av höstgrödor har försöksplanen ändrats något från och med 2003. Numer ingår även höstsådda grödor i försöket. 2005 odlades råg. I de led som enligt försöksplanen brukar plöjas på våren tillämpades direktsådd.

Resultat

Skördarna i försöket sedan dess start presenteras i tabell 37. 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 19.



Figur 19. Nettomineralisering av kväve under april-juli 2003 (data från Helena Aronsson, avdelningen för vattenvårdslära, SLU, 018-67 24 66).

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

R2-8405 är ett långliggande försök där vi undersöker olika bearbetningsstrategiers inverkan på mineralkvävemängderna i marken under höst och vår och därmed risken för läckage av kväve till vattendrag. Från och med år 2006 har försöket fått en delvis ny försöksplan. Nytt är studier av vilken effekt en fånggröda som plöjs ner på våren har på mineralkvävemängderna i marken.

Fältförsök **R2-8405** startades 1993 utifrån antagandet att jordbearbetningsmetod samt tidpunkt för och intensitet i bearbetningen spelar en stor roll för risken för kväveläckage. Sedan dess har vi i försöket studerat hur tidpunkten för bearbetning på hösten samt tidig vårbearbetning påverkar kvävedynamiken i marken och kväveutlakningen. Detta har också jämförts med effekten av en fånggröda nerplöjd på hösten samt vilken effekten är av nedbrukning respektive bortförel av halm i kombination med olika bearbetningstidpunkter. Numera ingår studier av vilken effekt en fånggröda som plöjs ner på våren har på mineralkvävemängderna i marken (tabell 38). En jämförelse görs sedan med

vårbearbetning utan fånggröda samt nedbrukning av fånggröda på hösten. Försöksplatsen är en sandig grovmo (mmh 1 sa Mo) på Mellby i Halland. Resultat från detta försök har legat till grund för Jordbruksverkets regler för utlakningsbegränsande åtgärder på EU-träda och Grön mark och har använts i rådgivning och utbildning både regionalt och nationellt. Resultaten från åren 2000-2005 finns redovisade i Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen nr. 110, 2006.

Tabell 38. Försöksplan för försök R2-8405 i Mellby, Halland, och skörd år 2006 (kg/ha och relativt)

Led	Plöjningstidpunkt, fånggröda	Halmbehandling	Fånggröda	2006 Vårvete
A	1:a v i sept	Nedplöjes		2860 =100
B	1:a v i sept	Bortföres		135
C	1:a v i nov	Nedplöjes		128
D	1:a v i nov	Nedplöjes	Eng. rajgräs	100
E	Vårplöjning	Nedplöjes	Eng. rajgräs	115
F	Vårplöjning	Nedplöjes		127

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 kväveminerisering 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. Sex rutor har specialtäckdikats på Mellby i Halland. I försöket jämförs två olika jordbearbetnings-system med tre uppreningar. Det ena (A) systemet betraktas

som konventionellt och det andra (B) som ett kväveeffektivt system (tabell 39). Hösten 1998 utfördes de första jordbearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen. Mängden dräneringsvatten från respektive ruta mäts och analyseras på kväveinnehållet. Likaså bestäms mineralkväveinnehåll i markprofilen och kväveinnehållet i grödorna i försöket. Under sex år har totalt 92 kg mindre nitratkväve per hektar läckt från det kväveeffektiva systemet än från det konventionella (figur 20), förmodligen beroende på lägre mineralkvävehalter i marken under hösten och vintern (figur 21).

Skördarna har i genomsnitt varit ett par procentenheter lägre i det kväveeffektiva systemet (tabell 40).

Tabell 39. Växtföljd och jordbearbetning i försöket R2-8407

År	Gröda	A. Konventionellt jordbearbetningssystem	B. Kväveeffektivt jordbearbetningssystem
99/00	Höstvete (förfrukt våroljeväxter)	Plöjning genast efter skörd. Sådd av höstvete sent i sept.	Direktsådd av höstvete tidigt i sept. Insådd av engelskt rajgräs i höstsåden på våren.
00/01	Vårkorn med insådd	Stubbearbetning 1 sept. Sen höstplöjning 14 nov. Sådd av huvudgröda och klöver/gräsblandning vid normal såtid	Fånggrödan växer under hösten. Vårplöjning med tiltpackare 2001. Tidig sådd av huvudgröda och klöver/gräsblandning.
01/02	Gröngödsling	-	-
02/03	Höstvete	Brytning av vall: plöjning 20/8. Sådd av höstvete sent i sept.	Brytning av vall: plöjning 20/8. Sådd av höstvete efter en vecka, sent i aug. Insådd av engelskt rajgräs i höstsåden.
03/04	Vårkorn med insådd	Stubbearbetning ca 1 sept. Sen höstplöjning, ca 20 okt. Sådd av huvudgröda och engelskt rajgräs vid normal såtid	Fånggrödan växer under hösten. Vårplöjning med tiltpackare 2004. Tidig sådd av huvudgröda och engelskt rajgräs.
04/05	Våroljeväxter	Sen höstplöjning.	Vårplöjning med tiltpackare.
05/06	Höstvete (förfrukt våroljeväxter)	Plöjning genast efter skörd. Sådd av höstvete sent i sept.	Direktsådd av höstvete tidigt i sept. Insådd av engelskt rajgräs i höstsåden på våren.

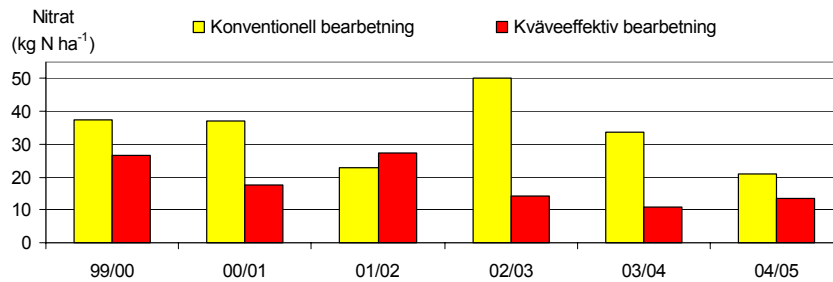
Direktsådden av höstvetet i det kväveeffektiva ledet gav dock en väl etablerad gröda och skörden såg inte ut att påverkas negativt av rajgräset som såddes in på våren. Våröljväxterna avkastade också bättre i det kväveeffektiva systemet än i det konventionella både 1999 och 2005. Skördeåret 2003 och 2004 etablerade sig tyvärr kvickroten kraftigt i försöket, speciellt i det kväveeffektiva ledet, vilket kan ha varit en följd av att ledet vårplöjdes

2001 och 2004.

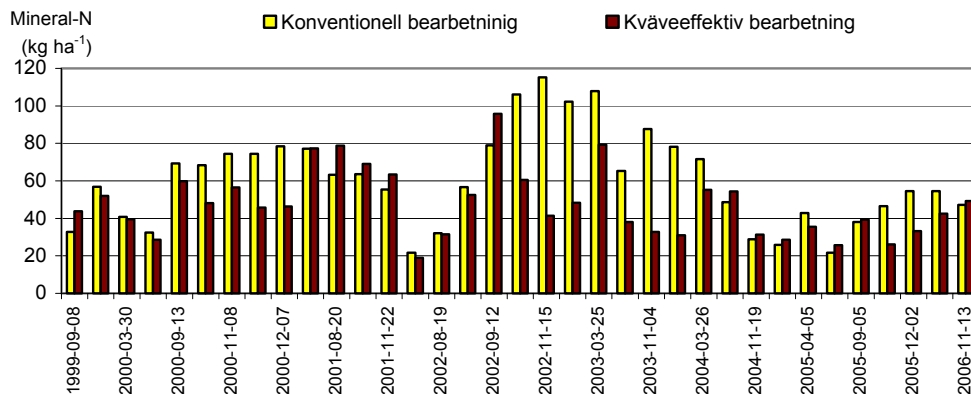
Försöket finansieras inom SLU:s ram för långliggande fältförsök och provtagningen under den första 6-årsperioden har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213 och Tomas Rydberg, 018-671200

Tabell 40. Skörd (kg/ha) i försök R2-8407 1999-2005 (gröngödslingsgrödan år 2002 är inte medräknad i medelvärdet) i konventionellt respektive kväveeffektivt led

Bearbetnings-system	Våraps 1999	Höstvetet 2000	Vårkorn 2001	Höstvetet 2003	Vårkorn 2004	Våraps 2005	Medel 1999-2005
Konventionellt	2770	6140	5030	4370	4840	2463	4269
Kväveeffektivt	3110	6490	4920	2880	4690	2663	4126
Signifikans	n.s. (LSD 930)	n.s. (LSD 520)	* (LSD 100)	** (LSD 640)	n.s. (LSD 410)	n.s. (LSD 440)	



Figur 20. Nitratutlakning (kg N ha^{-1}) under de hydrologiska åren 99/00 - 04/05.



Figur 21. Mineralkväve i marken (0-90 cm) i de båda bearbetningssystemen fr o m september 1999 t o m november 2006. (I 2006 års årsrapport blev några värden i motsvarande figur fel varför staplarna inte överensstämmer med de som presenteras här.)

Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord

Åsa Myrbeck

Har utebliven eller senarelagd plöjning samma effekt på kväveutlakningen på en styv lera som på en sandjord? Och hur påverkas markstrukturen av återkommande plöjning sent på hösten? Detta har studerats i den här försöksserien.

Försök på lätta jordar har visat att utebliven eller minskad jordbearbetning på hösten leder till minskad kväveminerisering 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 41. Försöket genomförs i tre block.

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.

Vi har även undersökt en rad markfysikaliska parametrar för att försöka svara på hur de olika bearbetningsstrategierna påverkar markstrukturen på längre sikt.

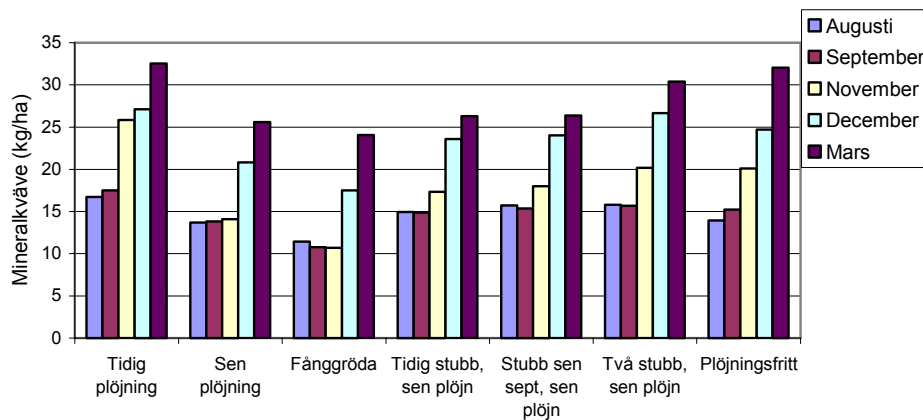
I det här försöket jämför vi, förutom tidpunkten för höstbearbetningen, även plöjningsfri odling med konventionella

Under 2005 och 2006 har ingen provtagning skett i försöket.

Tabell 41. Försöksplan försök R2-8408 och skörd (kg/ha och relativtal) 1999-2006

Led	Jordbearbetning	VårveteVårkornHavreVårvete Vårkorn Havre Vårvete Vårkorn Medel								
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	1999-2006 ¹
A	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen nedbrukas	4580 =100	3850 =100	4810 =100	4490 =100	2800 =100	5120 =100	5570 =100	3820 =100	100
B	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen bortföres	107	110	99	96	103	87	101	96	99
C	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen nedbrukas	94	90	87	82	112	86	69	83	84
D	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen bortföres	110	106	93	90	101	85	74	78	91
E	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (eng.-rajgräs), halmen bortföres	104	106	90	90	122	72	91	91	92
F	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (cikoria),halmen bortföres	96	97	88	88	71	63	84	89	86
G	Stubbearbetning ca 1.9, halmen nedbrukas, senhöstplöjning (20-25.10)	102	102	92	94	105	84	92	92	94
H	Stubbearbetning ca 25.9, halmen nedbrukas, senhöstplöjning (20-25.10)	100	97	91	92	108	91	91	88	93
I	Stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmnedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)	106	109	93	96	112	79	95	96	96
J	Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1.9 och ca25.9, halmen nedbrukas	97	101	92	96	129	103	81	82	93
Sign.		*	n.s.	n.s.	n.s.	***	**	n.s.	n.s.	n.s.

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



Figur 22. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i marken i 0-90 cm i medeltal 1997-2004 vid respektive provtagningstidpunkt i de olika bearbetningsleden.

Resultat

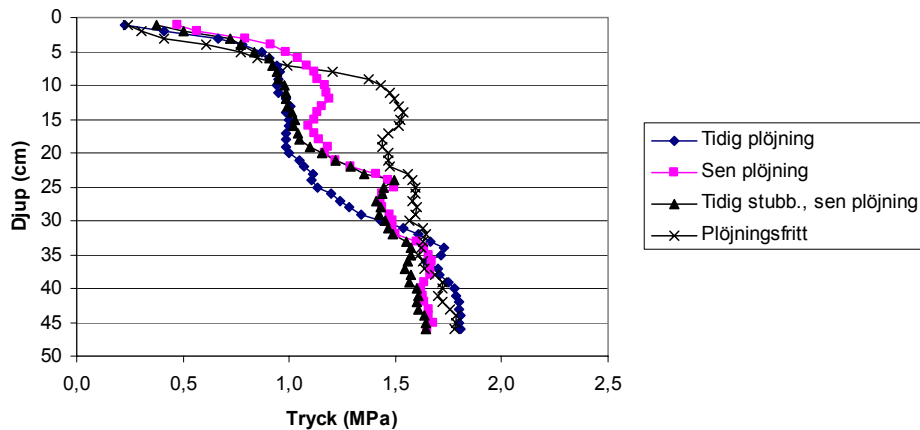
Skillnaderna i innehåll av mineralkväve i marken mellan tidigt och sent bearbetade led var små både sen höst och vår under åren 1997-2001. Under höstarna 2002 och 2003, som var betydligt torrare än de förra, uppmättes dock högre mineralkväveinnehåll efter tidig bearbetning än efter sen. Detta indikerar 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 1997-2004 presenteras i figur 22.

Skörden har inte varierat mycket mellan leden enskilda år, d.v.s. skillnaderna har sällan varit statistiskt signifikanta, men har tenderat att vara högre i tidigt bearbetade led än i sent bearbetade led, både med och utan fånggröda (tabell 41). Denna skillnad i avkastning har hittills varit konsekvent och också ökat de senare åren. En orsak skulle kunna vara att marken i de sent bearbetade leden har fått sämre struktur på grund av ogynnsamma förhållanden vid bearbetning på senhösten. Vid sen höstbearbetning kan också behovet av ogräsbekämpning öka.



Nerslagning av infiltrationsringar

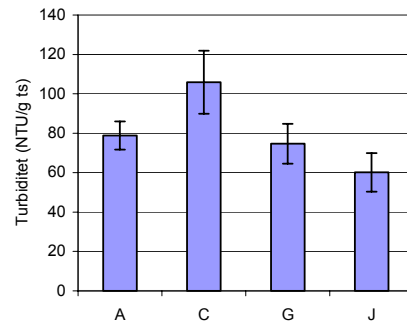
Även om resultaten från de markfysikaliska undersökningarna, var och en för sig, i flera fall var något otydliga och inte gav signifikanta skillnader, pekade de nästan alla åt samma håll, det vill säga mot försämrade odlingsegenskaper efter årlig plöjning sent på hösten. Vid en jämförelse mellan tidig och sen plöjning hade det sent plöjda ledet en lägre vattenhalt i såbädden, en lägre infiltration genom plogsulan, större penetrationsmotstånd ovanför och i plogsulan (figur 23) samt i centrala matjorden en högre skrymdensitet, en lägre porvolym och en lägre aggregatstabilitet i vatten (figur 24).



Figur 23. Penetrationsmotstånd (MPa) i skiktet 0-50 cm i september 2005 i försök R2-8408.

Slutsatser:

- Tidig höstplöjning innebar större mineralisering av kväve i marken under hösten jämfört med sen höstplöjning på denna lerjord.
- Under nederbördsrika år förlorades troligen betydande mängder kväve under hösten efter tidig plöjning. Den huvudsakliga förlustvägen var sannolikt genom gasemissioner. Under torrare år ackumulerades mineralkvävet i profilen till efterföljande vår.
- Återkommande plöjning sent på hösten ledde till en försämring av markstrukturen.
- Sen höstplöjning gav lägre skördar än tidig höstplöjning, troligtvis på grund av dess negativa inverkan på markstrukturen.
- Den årliga användningen av cikoria som fänggröda orsakade här skördesänkningar. Cikorian medförde kraftig uppförökning av ogräs på grund av utebliven ogräsbekämpning.



Figur 24. Aggregatstabilitet uttryckt som aggregatens benägenhet att slammas upp i vatten. Hög turbiditet betyder låg aggregatstabilitet i vatten.

Resultaten i sin helhet finns presenterade i Rapport nr 3, 2005, från avdelningen för precisionsodling vid SLU. Projektet har finansierats av Jordbruksverket och genomförs i samarbete med Maria Stenberg, SLU i Skara. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213, och Tomas Rydberg, 018-671200

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. Luftrycket 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. Stubbearbetningsredskapens 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.