

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för mark och miljö

Rapporter från jordbearbetningen  
Nr 116, 2010

## **JORDBEARBETNINGENS ÅRSRAPPORT 2009**

*Abstract*

*RESULTS OF RESEARCH IN SOIL TILLAGE IN 2009*

*This report summarizes the activities carried out on soil tillage in 2009, 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 fältförsöksverksamheten avseende jordbearbetning under 2009. Upplägningen 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, samt (4) växtnäringsutlakning och erosion.

Rapporter finns också tillgängliga på jordbearbetningens hemsida ([www.jordbearbetning.se](http://www.jordbearbetning.se)).

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem</b>	<b>4</b>
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	19
Försök med reducerad bearbetning i Skåne och Halland	21
Grund höstbearbetning med Kvernelands Ecomat	23
Ekoskär och kalk	24
Djupkultivering med Kvernelands CLGII-kultivator	26
Höstvete efter aktiv träda	28
Carrier på hösten eller våren	29
Försök med Väderstads Top Down	30
Optimering av reducerad bearbetning	33
Etablering och luckringsbehov för höstraps	39
Höstraps-etablering med biodrill och direktsådd	44
Djupluckringsförsök i försök med våroljeväxter 2008-2009	49
<b>Såbäddsberedning och ytskiktets funktion</b>	<b>51</b>
Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten	52
Grund vårbearbetning med Kvernelands Ecomat	53
Försök med olika såbäddsberedning och såtid till våroljeväxter	54
<b>Jordpackning, markstruktur och markvård</b>	<b>56</b>
Låga marktryck i odling med och utan plöjning	57
Återpackning till sockerbetor	63
Eftermonterbara bandställ till konventionella lantbrukstraktorer	66

Växtnäringsutlakning och erosion	75
Jordbearbetning – kväveutlakning	76
Kväveeffektiv jordbearbetning	78
Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord	81
Etablering av höstgrödor – strategier för minskat växtnäringsläckage	83

## 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 förstas 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

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
R2-4134	(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
R2-4140	(2005)	Optimering av reducerad bearbetning
R2-4141	(2006)	Olika metoder för höstrapsetablering
R2-4143	(2007)	Höstrapsetablering med biodrill och direktsådd
R2-5078	(2007)	Djupluckningsförsök i försök med våroljeväxter

## Olika bearbetningssystem-luckringsbehov

Tomas Rydberg

I ett plöjningsfritt odlingsystem, 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 vissa år ökat med 2-3 % i förhållande till det plöjda ledet. Samma förbättring har även erhållits i ett bearbetningssystem där den ytliga bearbetningen någon gång i växtföljden ersätts med plöjning. Observera att även den enbart ytliga bearbetningen resulterat i högre skördar. Kanske behövs inte djup kultivering?

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 2008 plöjdes endast 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. Från och med hösten 2005 genomförs 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. År 2009 var grödan v-raps. Våren 2009 delades rutorna varav ena halvan harvades 2 ggr och den andra 4 ggr. Det större antalet harvningar resulterade i en skördeökning på i genomsnitt 3 %. Skördeökningen var dock hela 11 % i led D och 5 % i led E. I tabell 1 redovisas medelvärden av 2 och 4 harvningar. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 1. Skörd, kg/ha, och relativtal (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007 2009

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									
2009	Ul	V-raps	Havre	2450	98	95	95	105	-
1975-2009				100	104	104	104	103	

# Olika bearbetningssystem-jordpackning

*Tomas Rydberg*

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

I försöksserie **R2-4008**, som startades 1974, studerades tidigare effekter av enkel- resp dubbelmontage i plöjda och enbart ytligt bearbetade led. I genomsnitt medförde dubbelmontage en större skördeökning i oplöjt led jämfört med i plöjt, skördenivån var dock trots användning av dubbelmontage klart lägre i ledet med enbart ytlig bearbetning. För att vidareutveckla den plöjningsfria odlingen bestämdes att försöksplanen i denna serie borde förnyas.

En mycket vanligt förekommande fråga från lantbrukarhåll är om plogens luckringsarbete kan ersättas med en djupare bearbetning med kultivator. Mot bakgrund av bl.a. detta har den nya försöksplanen från och med hösten 1991 fått följande utseende.

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

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

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

## Resultat

År 1992 odlades höstvetete. I genomsnitt var skörden i plöjda led högre än i de plöjningsfria och någon positiv effekt av den djupare bearbetningen kunde ej konstateras.

Djupkultivering 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 kultivering. År 2006 inträffade det märkliga att sockerbetorna inte gynnades av plöjning och ej heller av kultivering till 20 cm. Någon förklaring till detta har vi icke, ej heller till varför kornskörden år 2007 var störst i B-led. Höstoljeväxterna 2008 har gynnats av plöjning och djupare bearbetning i B- och C-led. H-veteavkastningen 2009 var extremt bra och ungefär densamma i samtliga led, se tabell 2. Försöket finansieras med medel från långliggande försök.

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.



Tabell 2. Skörd och relativtal (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-2009 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj  $\Delta$ LL

År	1992-2009	2009
Gröda:		h-vete
Förfrukt:h-raps		kg/ha
A1=plöjning,	<b>100</b>	<b>11030</b>
A2=plöjning efter stubbearbetning	101	100
B1=stubbearb. till 10-15 cm, plöjn. till s-betor	103	100
B2=stubbearb. till 20 cm, plöjn. till s-betor	104	100
C1=stubbearbetning till 10-15 cm	99	99
C2=stubbearbetning till 20 cm	102	100
A	<b>100</b>	<b>100</b>
B	102	100
C	99	100
1	<b>100</b>	<b>100</b>
2	102	100
Sign. bearbetning		n.s.
Sign. intensitet		n.s.
Sign. samspel		n.s.



För intensiv och djup stubbearbetning finns många fabrikat 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 femte år. 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. Kornskörden 2009 var ganska låg och signifikant lägre i B- och C-led. Kombieffekten var även 2009 störst i C-led. 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 1976-2009. Jordart, nmh 1 mo.

År	1976-2009	2009
Gröda år 2009:Korn.		kg/ha
Antal år	23	
Plöjn. varje år, gödsling på ytan	<b>100</b>	<b>1900</b>
Plöjn. varje år, myllad gödsel	106	95
Plöjn. vissa år, gödsling på ytan	98	73
Plöjn. vissa år, myllad gödsel	103	79
Aldrig plöjning, gödsling på ytan	90	68
Aldrig plöjning, myllad gödsel	101	75
Plöjning varje år	<b>100</b>	<b>100</b>
Plöjning vissa år	97	78
Aldrig plöjning	91	73
Signifikans		*
Gödsling på ytan	<b>100</b>	<b>100</b>
Myllad gödsel	109	103
Signifikans		n.s.

## Olika bearbetningssystem-halmbehandling

Tomas Rydberg

En av plöjningens viktigaste uppgifter är att mylla skörderester. Vid enbart ytlig 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. Växtföljderna på försöksplatserna har varit stråsådesdominerade med oljeväxter 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.

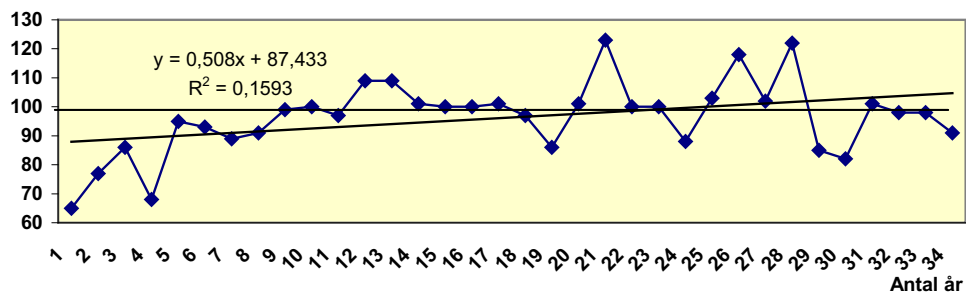
En i många sammanhang återkommande fråga är om resultatet med plöjningsfri odling blir bättre och bättre ju längre tekniken tillämpas. Något entydigt svar föreligger ej, men en viss antydning om att så mycket väl kan vara fallet utgör resultaten från försöket på Lanna som anlades 1974, figur 1. Den positiva 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 2009 odlades havre med korn som förfrukt. Inga signifikanta skördeskillnader noterades mellan plöjt och icke plöjt. Däremot gynnades havregrödan, liksom år 2008, av att halmen ej förts bort och detta i samtliga huvudled (tabell 4). *Kan det vara ett trendbrott?* Försöket på Lanna finansieras med medel för långliggande försök.



Tabell 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-2009

Försök nr	86/75	201/77	3/75	381/74	Samtliga	381/74 2009
Län/plats	S	R	E	La		
Jordart	mmh mo LL	mmh ML	mmh mo LL	mmh SL		havre efter korn kg/ha
Antal försöksår	11	7	8	34	60	
Plöjt varje år, halm bortförd	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4870</b>
Plöjt varje år, halm hackad	99	104	97	101	100	105
Plöjt vissa år, halm bortförd	105	107	99	99	100	86
Plöjt vissa år, halm hackad	103	107	96	99	99	97
Aldrig plöjt, halm bortförd	110	109	94	97	101	84
Aldrig plöjt, halm hackad	106	109	87	96	98	103
Plöjning varje år	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Plöjning vissa år	105	105	99	97	99	89
Aldrig plöjning	109	107	92	95	99	91
Halmen bortförd	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Halmen hackad	98	101	95	100	99	113
Signifikans bearbetning						n.s.
Signifikans halmbehandling						*
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 2-3 mm/år. Resultaten har inte skilt nämnvärt mellan plöjda och enbart stubbearbetade led. I ett försöksled med permanent vall har bortodlingen närmast varit försumbar. Plöjningsfri odling har fungerat bra på denna plats.**

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, 1998 och 2008. 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 1 år av 4. B-ledet plöjdes senast hösten 2007.

### Resultat

En sammanställning från avvägningarna redovisas i tabell 5, och skörderesultaten i tabell 6. Nivåsänkningen i de bearbetade leden är av storleken 2-3 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. 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.

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	2008
Plöjning	21,0	18,4(-2,6)	16,2(-4,8)	16,4(-4,6)	13,4(-7,6)
Plöjning vissa år	20,7	17,0(-3,7)	16,0(-4,7)	14,9(-5,8)	12,8(-7,9)
Plöjningsfri odling	17,0	13,6(-3,4)	12,8(-4,2)	11,2(-5,8)	8,2(-8,8)
Permanent vall	22,1	20,4(-1,7)	21,6(-0,5)	23,3(+1,3)	21,9(-0,2)

Tabell 6. Skörd, kg/ha och relativatal (plöjning varje år=100) i serie R2-4014 1976-2009

Försök nr	Län/ plats	Jordart	Gröda	Förf.	Plöjn. varje år	Plöjn. vissa år	Aldrig plöjn.	Sign.
188/76								
2009	St	Kärrtorv	v-vete	v-raps	<b>6710</b>	103	100	n.s..
1976-2009					<b>100</b>	103	107	

# Direktsådd

Tomas Rydberg

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

För att studera effekter av kontinuerligt tillämpad direktsådd anlades på hösten 1982, i serie **R2-4017**, fyra st försök varav ett på Alnarp, ett på Tönnersa, ett på Lanna och ett på Ultuna. Försöket på Tönnersa (N) avslutades år 1985, det på Alnarp år 1989 och det på Ultuna (Ul) 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

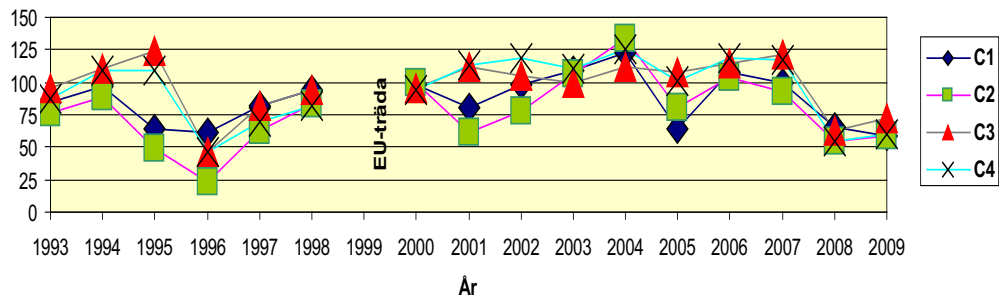
enbart huvudleden A, B och C.

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 direktsådden ej fungerat, bl.a. beroende på en rikligare ogräsförekomst och en sämre plantetablering i såväl B- som C-led. Efter EU-trädan 1999, plöjdes både led A och B före sådd av höstvete. Av resultaten från år 2000 framgår att både led B och C hävdade 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, 2006 och 2007 visar på positiva effekter av stubbearbetning. År 2008 inträffade ett oförklarligt uppslag av timotej i B- och C-led, med kraftig skördepåverkan som följd. En hel del timotej fanns kvar även 2009, trots kemisk behandling. Försöket finansieras av medel för långliggande försök.

Tabell 7. Skörd, kg/ha och relativt (konv. sådd=100) i försöksserie R2-4017 1982-2009

Försök nr 703/82	Län/plats	Jordart	Gröda	Föfr.	Konv. sådd	Direktsådd plöjn. vissa år	Direkt-sådd	Sign.
2009	La	mfSL	korn	h-vete	5010	59	63	*
1982-2009					100	92	92	

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



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



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

## Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling

*Johan Arvidsson*

**1991 startades två försök med olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling på Ultuna, ytterligare ett startades 1996. Bearbetning med kultivator till 20 cm har i genomsnitt givit något högre skörd än en grundare bearbetning i två av försöken, och lägre i ett försök. År 2006 till 2009 delades rutorna så att vårsäd och våroljeväxter 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 genomsläpligheten 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, odlades 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 höstvetete efter höstvetete i försöket 618/95.

Under 2006 till 2009 odlades vårsäd och våroljeväxter jämsides i dessa försök. År 2006 odlades vårrybs/korn, 2007 vårrybs/havre, 2008 vårraps/korn och 2009 vårraps/havre. Förutom skörd mättes bl.a. plantetablering och rotutveckling för oljeväxter, markens penetrationsmotstånd och såbädds-egenskaper. Syftet var främst att jämföra reaktionen av oljeväxter och spannmål på olika bearbetningssystem, och ingick i ett större projekt kring markstrukturfrågor vid odling av oljeväxter. Resultaten från åren 2006-2009 presenteras här kortfattat men kommer att

presenteras mer utförligt i en slutrapport.

### Resultat

Plantetablering under de olika åren visas i tabell 8. Under 2006 och 2007 var perioden efter sådd inte lika torr som under 2008 och 2009, och gav därmed bättre förhållanden för groningen. År 2007 kom dock ett regn efter sådd som orsakade skorpa efter sådden. Denna bröts med en cambridgevält men gav ändå vissa effekter på uppkomsten, framförallt på oljeväxterna. Det blev tydligt mindre skorpa i de plöjningsfria leden, vilket särskilt gynnade oljeväxter.

Uppkomsten av oljeväxter blev betydligt bättre under 2006 och 2007 jämfört med 2008 och 2009, medan skillnaden i plantantal var mindre för spannmål. För år 2008 redovisas den slutliga uppkomsten av oljeväxter, men många av dessa är dessutom sent uppkomna.

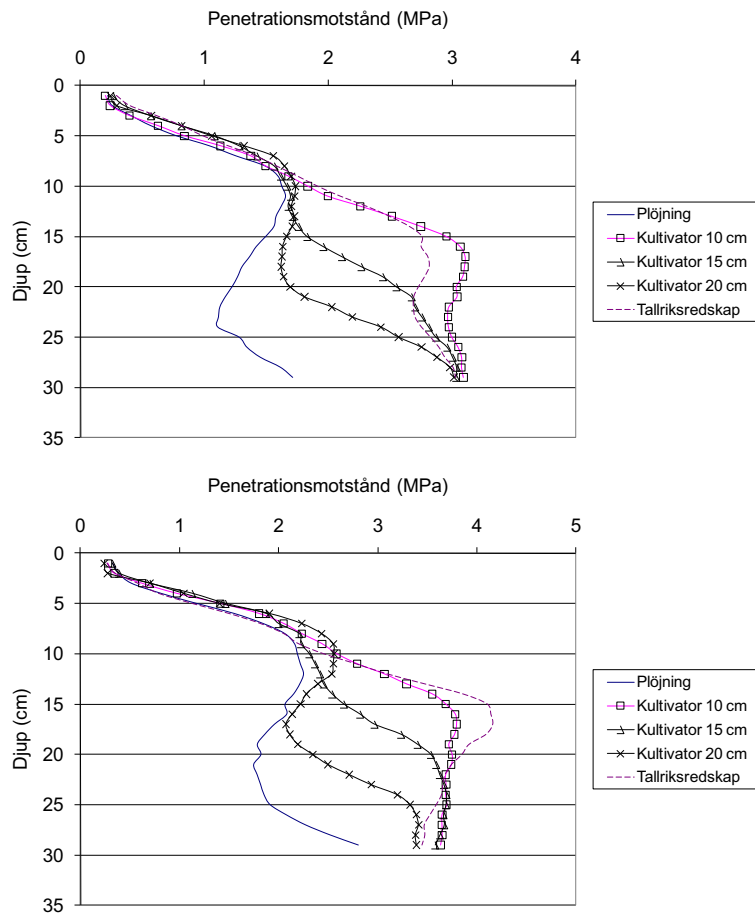
I materialet finns en tydlig trend att uppkomsten varit sämre för oljeväxter i plöjningsfria led men inte för vårsäd. I medeltal för plöjningsfria led (B-E) var plantantalet för oljeväxter 10 % lägre än för plöjning, medan antalet spannmålsplantor var lika.

Resultat av penetrometermätningar 2008 visas i figur 4. Bearbetningsdjupet har haft stort genomslag på penetrationsmotståndet, med stor skillnad mellan de olika kultiveringsdjupen. Lägst motstånd uppmättes i plöjt led.



Tabell 8. Antal plantor (per m<sup>2</sup> och relativt) i serie R2-4027 2006-2009

	517		618		Medel	
	Oljeväxt Vårsäd		Oljeväxt Vårsäd		Oljeväxt Vårsäd	
<i>2006</i>						
Plöjning	226*	297	226	276	226	287
Kult. 10 cm	213	274	190	317	202	296
Kult. 15 cm	188	301	186	308	187	305
Kult. 20 cm	218	309	218	283	218	296
Tallrik	197	291	212	305	205	298
<i>2007</i>						
Plöjning	196*	268	136	272	166	270
Kult. 10 cm	176	244	144	248	160	246
Kult. 15 cm	140	252	160	248	150	250
Kult. 20 cm	180	304	140	272	160	288
Tallrik	132	252	144	236	138	244
<i>2008</i>						
Plöjning	90	285**				
Kult. 10 cm	59	237				
Kult. 15 cm	72	271				
Kult. 20 cm	48	304				
Tallrik	70	297				
<i>2009</i>						
Plöjning	56	178				
Kult. 10 cm	56	183				
Kult. 15 cm	52	226				
Kult. 20 cm	48	192				
Tallrik	42	182				
<i>Medel</i>						
Plöjning=100	142	257	181	274	100	100
Kult. 10 cm	89	91	92	103	90	95
Kult. 15 cm	80	99	96	101	85	100
Kult. 20 cm	87	107	99	101	91	105
Tallrik	78	99	98	99	85	99



Figur 4. Penetrationsmotstånd i försök 517/91 (överst) och 618/96 i maj 2008.

Skillnader i rotvikt var små i båda försöken under 2006 (figur 5). Under både 2007 och 2008 uppmättes dock lägre rotvikt för plöjningsfria led i försök 517/91, vilket också kunde kopplas till en sämre uppkomst (tabell 8). En sämre rottillväxt var speciellt tydligt under 2008 då det också verkade kopplat till bearbetningsdjupet.

#### Skörd

Skörd för samtliga led åren 2006-2009 visas

i tabell 9. År 2006 gick den plöjningsfria odlingen överlag bättre än plöjning. Det fanns dock en klar tendens att vårsåden gav högre relativskörd än vårljväxter i plöjningsfria led, och att oljeväxterna missgynnades av en grundare bearbetning. År 2007 var resultatet nästan det omvända, med generellt lägre skördar i plöjningsfria led, speciellt för vårsäd. Skörden blev högre i plöjt led, trots att den skorpa som uppstod efter sådd blev mest uttalad i plöjda rutor.

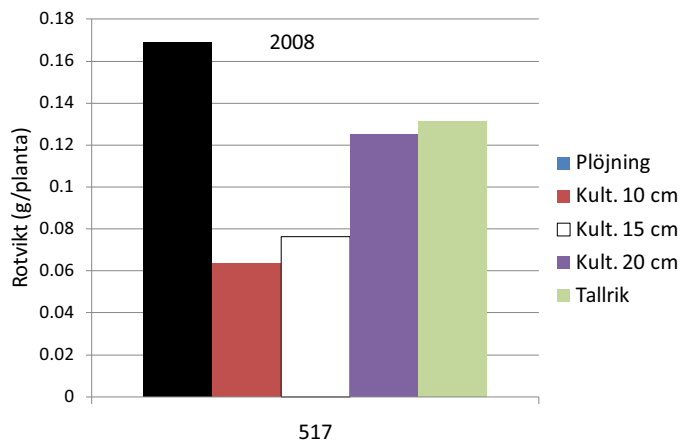
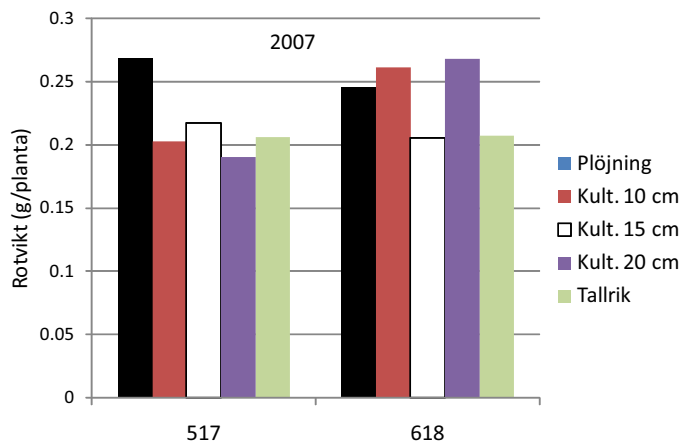
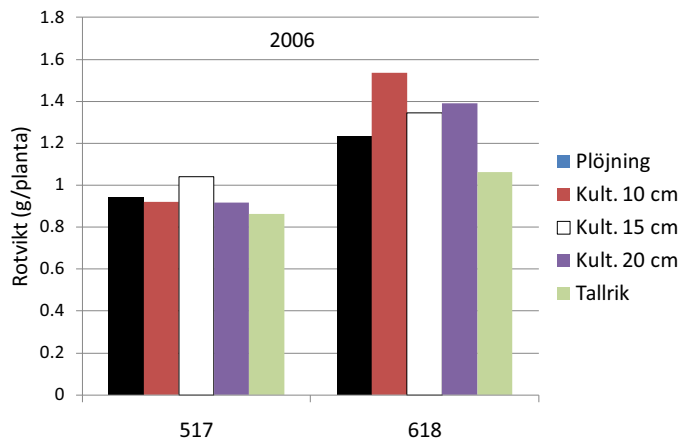


Fig 5. Rotvikt i serie R2-4027 åren 2006-2008.

År 2008 var skörden av oljeväxter betydligt lägre i plöjningsfria led, vilket kan kopplas till den sämre plantetableringen. Det fanns inte någon tydlig effekt av bearbetningsdjup på oljeväxtskörden. Relativskörden i plöjningsfria led var dock ännu lägre för vårsåden, trots att etableringen här var tillfredsställande.

Under 2009 blev skördenivån god i samtliga led, med bl.a. ca 3500 kg/ha av vårraps i försök 517/91. I detta försök var

relativskörden i plöjningsfria led högre för oljeväxter än för spannmål, medan förhållandet var det omvända i försök 618/96.

I medeltal för samtliga år gav både oljeväxter och vårsåd något lägre skörd i plöjningsfria jämfört med plöjda led, utan någon tydlig skillnad mellan grödorna. Inte heller har bearbetningsdjupet i medeltal haft någon tydlig inverkan på skörden, varken för spannmål eller för oljeväxter.

Tabell 9. Skörd (kg/ha och relativtal) i serie R2-4027 2006-2009

	517	618	Medel			
	Oljeväxt	Vårsåd	Oljeväxt	Vårsåd	Oljeväxt	Vårsåd
<i>2006</i>						
Plöjning	2390	5260**	2040	6780**	100	100
Kult. 10 cm	101	112	95	109	98	111
Kult. 15 cm	103	114	107	108	105	111
Kult. 20 cm	103	115	105	107	104	111
Tallrik	100	109	105	108	102	108
<i>2007</i>						
Plöjning	1500	6140	1480	6320	100	100
Kult. 10 cm	109	85	100	96	105	90
Kult. 15 cm	101	90	94	98	97	94
Kult. 20 cm	95	89	97	95	96	92
Tallrik	97	91	82	96	90	93
<i>2008</i>						
Plöjning	3120	4620*				
Kult. 10 cm	83	62				
Kult. 15 cm	85	67				
Kult. 20 cm	78	76				
Tallrik	80	64				
<i>2009</i>						
Plöjning	3530	5500	2860	5750	100	100
Kult. 10 cm	105	95	90	102	97	99
Kult. 15 cm	100	98	95	102	98	100
Kult. 20 cm	98	94	89	99	93	96
Tallrik	99	93	95	99	97	96
<i>Medel</i>						
Plöjning	2635	5380	2127	6283	100	100
Kult. 10 cm	98	89	94	102	96	95
Kult. 15 cm	96	93	99	102	97	97
Kult. 20 cm	93	94	96	100	94	97
Tallrik	93	90	95	101	94	95

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

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

A=plöjning

B=två överfarter med kultivator

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

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

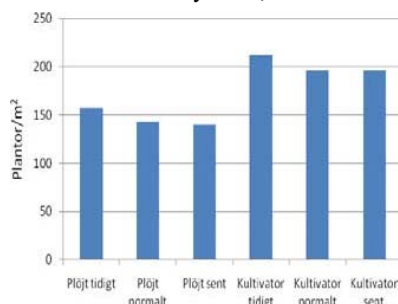
3=sen bearbetning (november)

### Resultat

Skörd under 2009 och för samtliga år redovisas i tabell 10. Sen bearbetning gav

år 2009 en tydlig skördesänkning speciellt i kultiverade led. Våren 2009 var relativt torr vilket gav en ojämn uppkomst på den styva leran. Uppkomsten var betydligt sämre i plöjda jämfört med plöjningsfria led (figur 6), och det fanns också en tendens till lägre plantantal efter sen bearbetning. 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 denna skillnad utjämnats och skördesänkningarna har varit liknande i plöjda och plöjningsfria led. Eftersom försöket på Ultuna är fastliggande finns antagligen också en ackumulerad effekt av bearbetningstidpunkten på markstrukturen.

Kontaktpersoner är Johan Arvidsson, 018 67 11 72 och Åsa Myrbeck, 671213.



Figur 6. Plantantal på våren 2009 i serie R2-4111.

Tabell 10. Skörd i försöksserie R2-4111, ett försök på Ultuna, 2000-2009. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ( $P < 0,05$ )

År	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Medel
Gröda	Havre	Korn	Havre	Havre	Korn	Havre	Havre	V-vete	Havr	Havre	
Tidig plöjning=100	5140	4390	5560	5520	4440	5430	2320	5860	4870	4960	100
Normal plöjning	100	95	99	99	93	96	91	97	98	97	96
Sen plöjning	100	94	99	99	93	95	92	95	96	96	96
Tidig kultivering	104	99	105	99	107	96	92	97	95	104	100
Normal kultivering	103	91	102	96	99	95	93	96	87	101	96
Sen kultivering	103	87	92	95	100	94	92	92	87	95	94
Plöjning	100b	100	100	100	100	100	100	100	100a	100	100
Kultivering	104a	96	100	97	107	98	98	98	92b	103	99
Tidig	100	100a	100a	100	100	100a	100	100	100	100	100
Normal	100	93b	98a	98	93	97b	96	98	95	97	97
Sen	100	91b	93b	98	93	97b	95	94	94	94	95

## 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. Åren 2007-2009 testades också olika bearbetningsdjup.**

### **Inledning**

Intresset för reducerad bearbetning ökar, och av den anledningen har avdelningen för jordbearbetning på SLU drivit ett 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. Försöken startades 2005 och drevs under 2005 och 2006 enligt följande plan.

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

Till skördeåret 2007 delades A-rutorna på mitten för att kunna variera bearbetningsdjupet. varierades. Försöksplanen blev då istället:

- Led A1 Plöjningsfri odling, djup bearb.
- Led A2 Plöjningsfri odling, grund bearb.
- Led B Plöjning (20 cm djup)
- Led C Plöjning (12-15 cm)

I led A1 görs en relativt djup bearbetning med kultivator (ca 15 cm). Det grunda ledet bearbetas med kultivator eller med ett

tallriksredskap med återpackarvält till 5-7 cm.

Försöken är randomiserade i tre block. Grödorna på Charlottenlund skördeåret 2009 var höstvetete, sockerbetor och höstraps.

På Väby gård var grödorna korn, höstvetete, rågvete och majs. Ytterligare två försök genomfördes men fick utgå pga stora försöksfel. 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 hösten 2008 genomfördes penetrometermätningar i flera av försöken, resultat från ett av dessa redovisas i figur 7. Ytterligare mätningar i dessa försök finns presenterade av examensarbeten av Olof Pålsson och Niklas Sjöholm, och kan laddas ned från jordbearbetningens hemsida, [www.jordbearbetning.se](http://www.jordbearbetning.se).

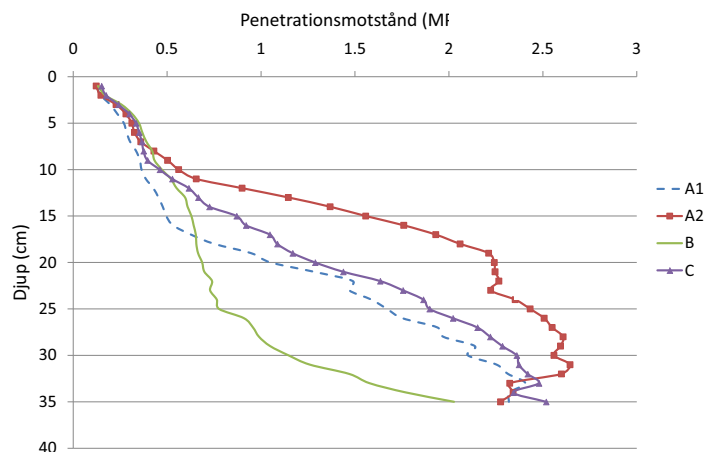
### **Skörd**

På Charlottenlund (tabell 11) var höstveteskörden ungefär samma för samtliga led. Betorna hade högst avkastning för plöjning med normalt arbetsdjup, skillnaderna var dock ej signifikanta. För höstrapsen var istället skörden högst i de plöjningsfria leden.

På Väby var skillnaden mellan led i medeltal små (tabell 12). I ett försök med korn erhöles dock signifikant högre skörd för plöjningsfria led.

Det fanns inte några tydliga effekter på skörden av olika bearbetningsdjup i den plöjningsfria odlingen.

Kontaktperson för försöken är Johan Arvidsson, 018 67 11 72.



Figur 7. Penetrationsmotstånd i försök med höstvet 2009 på Charlottenlund. Mätningar gjorda hösten 2008. A1=plöjningsfri, djup bearbetning, A2=plöjningsfri, grund bearbetning, B=normalt plöjningsdjup, C=grund plöjning.

Tabell 11. Skörd i försök med plöjningsfri odling (mullsådd) på Charlottenlund i Skåne 2009

Försöksnr	800-04 Höstvet	801-04 Betor	802-04 Höstraps
A1.Plöjn.fri odling, djup bearbetning.	11490	14900	4660
A2.Plöjn.fri odling, grund bearbetning	99	100	101
B. Plöjning till normalt djup (20 cm)	98	111	94
C. Grund plöjning (12-15 cm)	101	99	89
Sign.	n.s.	n.s.	*

Tabell 12. Skörd i försök med plöjningsfri odling (mullsådd) på Väby i Halland 2009

Försöksnr	272-04 Höstvet	273-04 Korn	274-04 Rågvete	276-05 Majs
A1.Plöjn.fri odling, djupt	5350	4200	2930	1600
A2.Plöjn.fri odling, grunt	102	106	98	100
B. Plöjning, normalt djup	106	88	98	99
C. Grund plöjning	99	91	104	101
Sign.	n.s.	**	n.s.	n.s.



# Grund höstbearbetning med Kvernelands Ecomat

Aron Westlin

I två försök prövas olika bearbetningsstrategier med Kvernelands Ecomat. Under de senaste åren har medelskörden i Ecomatleden varit lika eller högre än i det konventionellt plöjda ledet vid både vår- och höstsådd. Detta visar att Ecomaten kan vara ett mycket konkurrenskraftigt redskap.

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 odlas vårkorn respektive höstvetet 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 (17 cm)
- E. Ecomat (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 17 cm luckrar Ekoskåret således skiktet 17-24

cm. Ekoskär monteras på tre av plogens sex kroppar.

## Resultat och diskussion

I tabell 13 redovisas skörderesultaten. I det höstsådda försöket var avkastningen år 2009 bäst i ledet med konventionell plöjning. Sämst resultat uppmättes i led B, stubbearbetning med tallriksredskap, som tappade över 30 procent mot konventionell plöjning. I det vårsådda försöket var det under 2009 led körda med Ecomat som hade lägst avkastning. Bäst skörderesultatresultat erhöles i led B.

Ser man till resultaten över åren 2003-2009 visar dessa att Ecomatplöjning till 17 cm, både till höst- och vårsådd, hävdade sig väl gentemot konventionell plöjning. Grundbearbetning med Ecomat till 10 cm, led C, tappar mellan 2 – 4 procent i förhållande till konventionell plöjning, men ekonomiskt kan nog detta försvaras genom lägre totala kostnader för bearbetningen. I det höstsådda försöket har led B tappat stort i avkastning medan i det vårsådda försöket har B-ledet varit ett av de bästa.

Kontaktperson är Aron Westlin, tel. 018-67 12 03.

Tabell 13. Skörd 2009, kg/ha och relativtal

	Vårsådd		Höstsådd	
	Korn	Medel 03-09	H-vete	Medel 03-09
	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Konventionell plöjning (23 cm)	5630	100	5240	100
B. Tallriksredskap (10-12 cm)	5740	102	5320	102
C. Ecomat (10 cm)	5240	93	5110	98
D. Ecomat (17 cm)	5460	97	5340	102
E. Ecomat (15-17 cm) m Ekoskär	5290	94	5220	100
LSD	280		540	
Signifikansnivå	*		***	

## 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. Nio år senare har försöksleden där kalk spridits i fåran i genomsnitt resulterat i omkring sju procent högre skörd jämfört med kontrollleden utan kalk.

Hösten 2000 lades två försök i serie **R2-4124** ut på Ultuna med syfte att undersöka effekter av 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 tabell 14.

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 plogfårornas 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 CaO/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 med kalk tillfört på ytan visar 2009 års resultat att det krävs flera års luckring av plogsuleskiktet för att kalken ska ha en kvarstående stabiliseringseffekt. I försöket utan kalk tillfört på ytan visar resultaten att det krävs tillförsel av kalk i fåran för att uppluckringen av plogsuleskiktet ska kvarstå.

I tidigare försök med mekanisk alvluckring har det ofta visat sig att effekterna av luckringen försvinner efter något år. Därför är det mycket intressant att se positiva skörderesultat år 2009 av luckringsåtgärder som gjordes hösten 2000.

Skörderesultaten från 2009 tyder på att vi med hjälp av släckt kalk lyckades stabilisera luckringen som gjordes av plogsuleskiktet hösten 2000. Den högre skörden är förmodligen ett resultat av förbättrad dränering/luftning av marken och en större mängd stabila sprickor och håligheter som gynnar rotutvecklingen.

Tabell 14. Skörd i försök 683A (med kalk på ytan hösten 2000) och 683B (utan kalk på ytan hösten 2000)

Havre, Ivory	683A		683B	
	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
Skördedatum: 25/8-09				
A. Plöjning	5660	100	5350	100
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	5680	100	5230	98
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	6100	108	5560	104
D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 & 3	5870	104	5270	98
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	6020	106	5700	107
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	6050	107	5570	104

Tabell 15. **Medelskörd i försök 683A**(med kalk på ytan hösten 2000) **och 683B** (utan kalk på ytan hösten 2000) **år 2001 – 2009**

	<b>683A</b>		<b>683B</b>	
	<i>kg/ha</i>	<i>rel. tal</i>	<i>kg/ha</i>	<i>rel. tal</i>
A. Plöjning	5600	100	5360	100
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	5580	100	5260	98
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	5720	102	5460	102
D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 & 3	5570	99	5290	99
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	5980	107	5740	107
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	5750	103	5520	103

Skördeskillnad mellan att ha spridit kalk på ytan hösten 2000 eller inte har under 2009 gett stort positiv utslag i alla led (tabell 16). Sett under alla år har spridning av kalk på ytan vid försökets start i snitt gett en skördeökning på 260 kg per hektar och år.

Kontaktperson är Aron Westlin, tel. 018-67 12 03.

Tabell 16. **Skördeskillnad mellan försök 683A**(med kalk på ytan hösten 2000) **och 683B** (utan kalk på ytan hösten 2000) **år 2001 – 2009**. Skillnaden anger ökning (+) eller minskning (-) av kalk på ytan hösten 2000

	<i>2009</i>	<i>Medelskörd 2001 - 2009</i>
	<i>kg/ha</i>	<i>kg/ha</i>
A. Plöjning	+ 310	+ 250
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	+ 450	+ 320
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	+ 540	+ <b>260</b>
D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 & 3	+ 600	+ 280
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	+ 320	+ 240
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	+ <b>480</b>	+ 230
<b>Medel</b>	+ <b>450</b>	+ 260

## Djupkultivering med Kvernelands CLG II-kultivator

Aron Westlin

I två försök undersöks möjligheterna att mekaniskt luckra plogsuleskiktet med hjälp av djupkultivering. Att kultivera djupt har i denna försöksserie inte visat sig ge någon positiv effekt. Till våroljeväxter har en eller två körningar med CLG II-kultivator t.o.m. gett cirka 20 % mindre skörd än konventionell plöjning.

I en försöksserie, **R2-4132**, undersöks olika bearbetningsstrategier med djupluckring med Kvernelands CLG II-kultivator. Försöken har anlagts under olika år och med bearbetning enligt försöksplan, se tabell 17 och 18. Djupluckringen har skett vid försökets anläggning. Våroljeväxter har odlats under första året efter luckringen. För att se om djupluckringens effekter kvarstår har framförallt höstvetete odlats efterföljande år. Dessa år har led med djupkultivering ersatts med bearbetning med Ecomat, samma som i led B.

Under 2009 har två försök genomförts för att studera djupluckringens kvarstående effekter. Ett försök startades hösten 2005, 729/05, där våroljeväxter odlades under 2006 och för att följa om djupluckringens effekt är kvarstående såddes höstvetete hösten 2006 och 2007. Under 2009 har havre odlats i detta försök. Hösten 2007 startades ytterligare ett försök, 750/07, med oljeväxter under säsong 2008 och höstvetete under säsong 2009.



Djupkultivering med CLG II

Tidigare har ytterligare försök funnits och totalt har denna försöksserie pågått i nio växtsäsonger; tre år våroljeväxter, fem år höstvetete samt ett år havre.

### Resultat och diskussion

Skörderesultaten redovisas i tabellerna 17 och 18. I båda försöken har under 2009 det plöjda ledet avkastat minst. Bäst skörd har erhållits efter bearbetning med tallriksredskap. Leden med Ecomat-bearbetning är i stort sett lika i det vårsådda försöket medan i det höstsådda har led C (en gång djup bearbetning under anläggningsåret) resulterat i större skörd än övriga Ecomatled. Skördenivån i detta försök var dock överlag låg pga dålig övervintring.

Tabell 17. Skörd i försök 729/05

Havre, Ivory	Skörd	
Skördedatum: 25/8-09	kg/ha	rel. tal
A. Plöjning	5550	100
B. Ecomat	5960	107
C. Djup-kultivator 1ggr 30 cm	5860	105
D. Tallriksredskap 2 ggr	6060	109
E. Djup-kultivator 2 ggr 30 cm	5870	106

Tabell 18. Skörd i försök 750/07

Höstvetete, Olivin	Skörd	
Skördedatum: 21/8-09	kg/ha	rel. tal
A. Plöjning	3460	100
B. Ecomat	3830	111
C. Djup-kultivator 1ggr 30 cm	4690	135
D. Tallriksredskap 2 ggr	5450	157
E. Djup-kultivator 2 ggr 30 cm	3820	110
LSD	1260	
Signifikansnivå		*



Fig. 8. En körning med CLG II

Resultaten från alla skördeår redovisas gröda för gröda i tabell 19.

Till våroljeväxter tappar alla led i förhållande till konventionell plöjning. Den djupa kultiveringen har haft den minsta avkastningen. Detta beror troligtvis på den ojämna markytan som lämnas efter körning med djupkultivatoren, se figur 8, och detta kan leda till en dålig kapillär transport av

vatten vilket kan förklara den sämre skördenivån.

Till höstvetete visar resultaten i tabell 19 att framförallt tallriksredskapet ger större skörd än konventionell plöjning men om man räknar bort skörden 2009, tabell 18, hamnar relativtalen för Ecomatbearbetade led, led B, C och E, på 96 och för tallriksredskapet hamnar relativtalet på 94 i förhållande mot konventionell plöjning.

Att kultivera djupt har i denna försöksserie inte visat sig ge någon positiv effekt utan tvärt om. Men resultaten från försök 729/05 år 2007 har en positiv effekt av den djupa bearbetningen, relativtal 104 – 105. Detta kan bero på att hösten 2006 var blöt och den djupa bearbetningen kan ha hjälpt till med bättre dränering.

Kontaktperson är Aron Westlin, tel. 018-67 12 03.

Tabell 19. Medelskörd år 2006 – 2009

	Våroljeväxter 3 försök		Höstvetete 5 försök		Havre 1 försök		Medel 9 försök
	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal	rel. tal
A. Plöjning	2280	100	6440	100	5550	100	100
B. Ecomat	2150	94	6280	99	5960	107	98
C. Djup-kultivator 1ggr 30 cm	1970	88	6500	104	5860	105	99
D. Tallriksredskap 2 ggr	2050	91	6530	107	6060	109	102
E. Djup-kultivator 2 ggr 30 cm	1970	89	6310	99	5870	106	96

## Höstvete efter aktiv träda

Aron Westlin

Hösten 2005 startades ett försök där olika reducerade bearbetningssystem prövas i en bra växtföljd. Direktsådd har år 2009 bara tappat två procent mot plöjning vilket är ett bra resultat med tanke på den låga kostnaden i detta led. Övriga led som inte plöjdes har resulterat i bättre skörderesultat än efter plöjning. Detta visar att höstvete går mycket bra att etablera utan att plöja, förutsatt en bra förfrukt.

I ett flerårigt försök, R2-4134, studeras hur olika reducerade bearbetningssystem fungerar i en bra växtföljd. Försöket anlades hösten 2005 efter vallbrott.

De led som ingår i försöket är följande:

- A. Carrier (5-7 cm)
- B. Kultivator (10-12 cm)
- C. Kultivator (15-20 cm)
- D. Direktsådd system disc
- E. Konv plöjning och bearbetning

År 2006 odlades h-vete, 2007 havre, 2008 ärt och 2009 h-vete.

Vid primärbearbetning hösten 2006 utfördes dragkraftsmätningar i de olika bearbetningssystemen.

### Resultat och slutsats

Resultaten från dragkraftsmätningarna presenteras i tabell 20 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.

Årets skörderesultat visar att det på denna jord fungerar mycket bra att odla höstvete oavsett vilken bearbetningsmetod som väljs (tabell 21). Led med stubbearbetning, led A – C, har resulterat i några procent större skörd gentemot plöjning och med den djupa kultiveringen som bäst avkastande. Direktsådd har detta år bara tappat

två procent mot plöjning vilket är ett bra resultat.

Medelskörden under fyra år visar att det är de två leden med djup respektive grund kultivatorbearbetning som resulterat i bäst avkastning. Leden med Carrier och plöjning uppvisar något mindre avkastning. Skillnaden mellan dessa två led två led är marginell. Det direktsådda ledet har i genomsnitt tappat 8 procent mot plöjning, men år 2008, då grödan var ärt, tappade det direktsådda ledet hela 20 procent.

Kontaktperson är Aron Westlin, tel. 018-67 12 03

Tabell 20. 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 21. Skörd, kg/ha och relativtal år 2009 samt medelskörd 2006-2009, relativ tal, (plöjning=100)

	2009 h-vete	Medelskörd 2006-2009
A. Carrier	102	102
B. Grund Kultivering	102	104
C. Djup Kultivering	104	105
D. Direktsådd, system disc	98	92*
E. Plöjning	8550=100	100
LSD	230	
Signifikansnivå	**	

\*Led D, skörd från 2006 saknas varvid resultaten är svåra att jämföra.

## Carrier på hösten eller våren?

Aron Westlin

**Vilken bearbetningsstrategi med Carrier är den bästa om fältet skall vårsås? För att få svar på frågan startades hösten 2005 ett försök på en styv lera på Ultuna, Uppland. Resultaten visar att bearbetning med Carrier med fördel kan utföras enbart på våren. Bearbetning enbart under hösten eller både höst och vår med Carrier har resulterat i skördesänkning jämfört med höstplöjning.**

I försöksserie **R2-4136** studeras hur olika bearbetningsstrategier med Carrier före vårsådd fungerar. Bearbetning endast på våren jämförs med bearbetning endast på hösten och med bearbetning både på 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 2-3 ggr på våren

Bearbetningsdjupet med Carrier är 5-7 cm och med plöjning 20-22 cm.

### Resultat och slutsats

Skörderesultaten från försöket redovisas i tabell 22.

Under år 2009 var avkastningen bäst i ledet med Carrier enbart på våren. Bearbetning med Carrier enbart på hösten eller både höst och vår medförde år 2009 2-3 procent skördeminskning.

För stråsäd gäller att under flera år har led med enbart vårbearbetning med Carrier resulterat i bäst avkastning. Bearbetning med Carrier enbart på hösten har medfört nästan fem procent mindre avkastning än plöjning och ledet med bearbetning både höst och vår har ytterligare något sänkt medelskörden.

Första försöksåret, år 2006 med rybs, skiljer sig från de tre andra åren med klar fördel för alla Carrierleden gentemot plöjning.

Kontaktperson är Aron Westlin, tel. 018-67 12 03

Tabell 22. Skörd, kg/ha och relativt, samt medelskörd 2006-2009, relativt, i försöksserie R2-4136

Gröda	Rybs	Värvete	Havre	Korn	Medel	
År	2006	2007	2008	2009	Alla	Stråsäd
A. Konventionell plöjning	1980=100	5500=100	5150=100	6310=100	100	100
B. Carrier 2-3 ggr på hösten	122	99	90	97	102	95
C. Carrier 1 g höst + 1 g vår	121	93	88	98	100	93
D. Carrier 2-3 ggr på våren	122	106	100	102	108	103
LSD			300			
Signifikansnivå			**			

## Försök med Väderstads TopDown

Aron Westlin

**Hösten 2004 startades två försök med Väderstad TopDown. Resultaten visar att bearbetning med TopDown tappar mot plogen då grödan är höstvetete men om det är en vårsådd gröda ger bearbetning med TopDown en större skörd.**

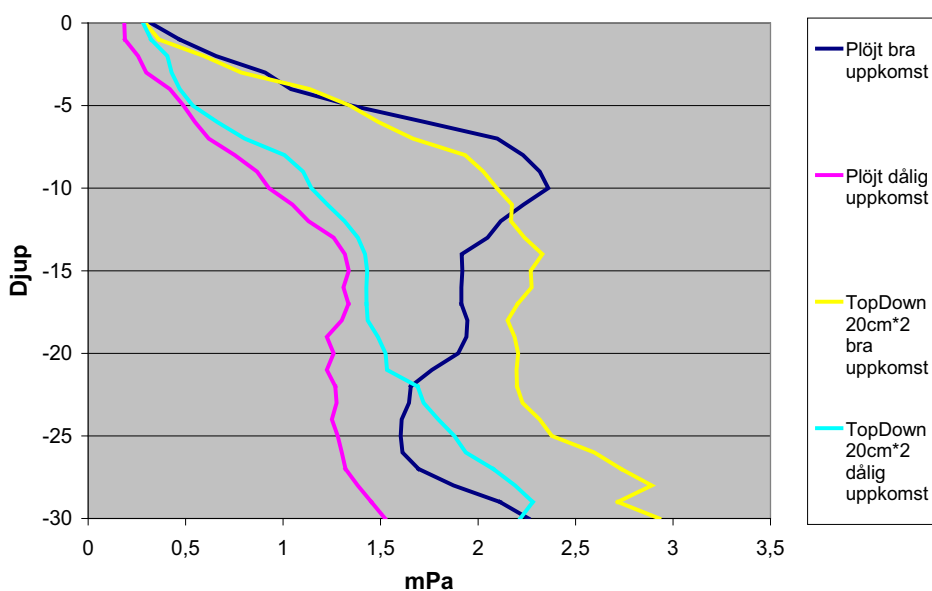
Hösten 2004 startades två försök där bearbetning med Väderstads TopDown jämförs med konventionell höstplöjning, R2-4127. I det ena försöket tillämpas en god växtföljd och i det andra en dålig. Växtföljden är sådan att höstvetete skall återkomma samma år i de olika försöken och därmed kunna jämföras.

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

### Resultat och slutsats

Under våren 2009 observerades randig uppkomst i plöjda led samt i djupt bearbetade. För att försöka finna någon orsak till detta genomfördes penetrometermätningar. Mätningarna gjordes i försöket med bra växtföljd, dels i plöjt led och i ledet TopDown 2 ggr till 20 cm. I båda leden mättes i områden med bra uppkomst resp. med dålig. Resultaten redovisas i figur 9. Mätningarna är inte utförda på sådant sätt att det med säkerhet går att uttala sig om orsaken till randigheten men de visar ändå att det behövs återpackning för att säkerställa god uppkomst. Det syns heller ingen större skillnad mellan plöjt eller bearbetning med TopDown.



Figur 9. Penetrometermätningar i försök med bra växtföljd.



Årets skörd, 2009, (tabell 23) visar i den bra växtföljden att bearbetning med TopDown överlag resulterat i större skörd än vid plöjning. I den dåliga växtföljden har endast led bearbetade med TopDown till 10 cm medfört större skörd än efter plöjning

Medelavkastningen år 2005 – 2009, visar att kultivering i den bra växtföljden fungerar lika bra som plöjning men i den dåliga växtföljden har plöjning överträffat de olika kultivatorleden. Resultaten varierar tydligt mellan olika år och grödor i de två försöken, figur 10 och 11. År 2005 och 2006 då höstvetet odlades i den dåliga växtföljden ledde detta till lägre skörd i plöjningsfria led då större mängd halm i ytan förekom och därmed fanns större risk för sjukdomar. 2007-

års gröda, korn, bryter av mot höstvetet och den plöjningsfria bearbetningen klarade sig då bra.

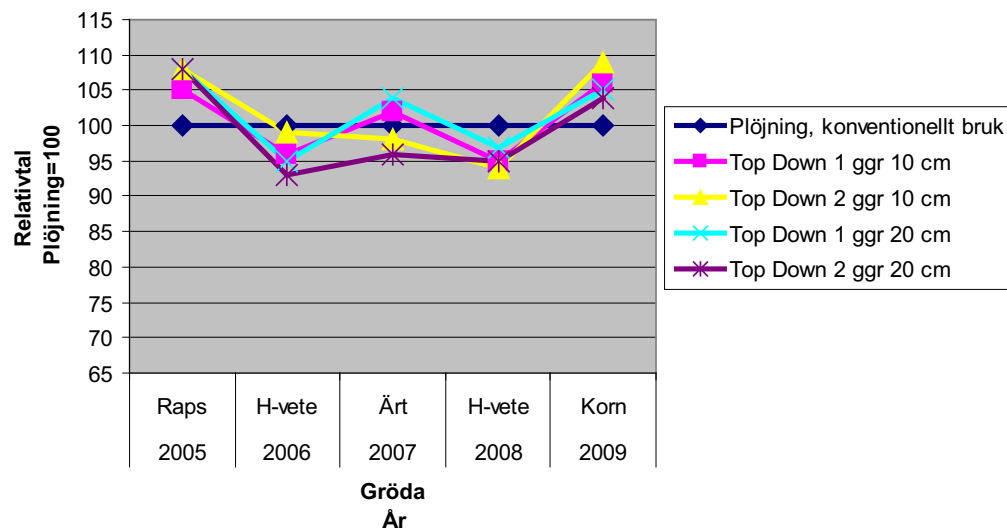
Ser man på resultaten över tid (figur 10 och 11) verkar det som om bearbetning med TopDown tappar mot plöjning då grödan är höstvetet men att det går bättre vid vårsådda grödor. Detta visar också att växtföljden är viktig vid plöjningsfri odling. Resultaten visar även att det inte ger någon merskörd av att bearbeta två gånger med TopDown mot att bara bearbeta en gång. Inte heller verkar det som om djup bearbetning innebär någon förbättring.

Kontaktperson är Aron Westlin, tel. 018-67 12 03.

**Tabell 23. Skörd år 2009, kg/ha och relativtal, samt medelskörd 2005-2009, relativtal, i försöksserie R2-4127**

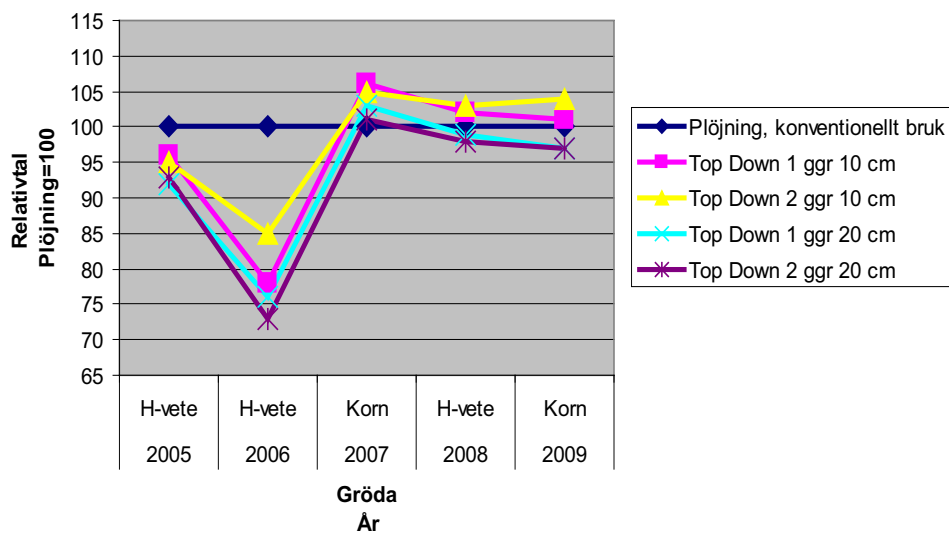
	<i>Bra växtföljd Korn 2009 kg/harel. tal</i>	<i>Dålig växtföljd Korn 2009 kg/harel. tal</i>	<i>Bra växtföljd Medelskörd 2005-2009 rel. tal</i>	<i>Dålig växtföljd rel. tal</i>
<i>A. Höstplöj. + harvning</i>	5810=100	5600=100	100	100
<i>B. TopDown 1 g 10 cm</i>	106	101	101	97
<i>C. TopDown 2 g 10 cm</i>	109	104	102	98
<i>D. TopDown 1 g 20 cm</i>	105	97	102	93
<i>E. TopDown 2 g 20 cm</i>	104	97	99	92

### Bra Växtföljd



Figur 10. Skördeutveckling i försök med god växtföljd under åren 2005 – 2009.

### Dålig Växtföljd



Figur 11. Skördeutveckling i försök med dålig växtföljd under åren 2005 – 2009.

# Optimering av reducerad bearbetning Högre skördar till lägre kostnad

Aron Westlin

**Kunskap om att utforma odlingssystem, som minskar behovet av insatsmedel samtidigt som markens bördighet och skördenivåer bibehålls eller höjs, är en förutsättning för ett livskraftigt svenskt lantbruk. Under 2009 visade sig förfrukten ha liten betydelse på avkastningen medan bearbetningsmetoden med direktsådd tappade 1,5 ton per hektar i skörd i försöket på Ultuna. Bearbetningsmetoden hade även inverkan på dragkraftsbehovet och på angrepp av rotdödare.**

## Inledning

I Mellansverige har den ekonomiska utvecklingen gjort att spannmålsodlarna i stor utsträckning tillämpar ensidiga växtföljder som domineras av höstvet och korn. Samtidigt har det minskade ekonomiska utrymmet gjort att olika former av reducerad jordbearbetning tillämpas på allt större arealer. Reducerad bearbetning innebär att man använder mindre intensiv bearbetning än den traditionella, vilken vanligtvis består av plöjning till drygt 20 cm följt av såbäddsbereidning inkluderande två eller fler harvningar. Den reducerade bearbetningen kan exempelvis innebära att plöjningsdjupet sänks eller att plöjningen ersätts med grundare stubbearbetning. Gemensamt för reducerade bearbetningssystem är att de lämnar en större andel skörderester på markytan och/eller i jordprofilens översta skikt.

Kombinationen av växtföljder med stort inslag av spannmål och skörderester på markytan kan få negativa konsekvenser för avkastningen och odlingsekonomin. Avkastningen minskar ofta på grund av växtföljdsrelaterade sjukdomar samtidigt som kostnaderna för kemisk bekämpning kan öka.

En kombination av en växtföljd med omväxlingsgrödor och reducerad bearbetning skulle kunna vara ett sätt att förbättra markens bördighet, minska behovet av bekämpningsmedel och handelsgödsel samtidigt som skördarna höjs.

I försöksserie **R2-4140** är syftet att göra en systematisk jämförelse mellan konventionell bearbetning och olika reducerade bearbetningskombinationer i en hel växtföljd. De olika systemen jämförs dels i en stråsädesdominerad växtföljd och dels i en växtföljd med omväxlingsgrödor. Studien, genomförs i tre fältförsök/år i Mellansverige, och finansieras med medel från SLF.

## Försökets upplägg

För att redan år 2007 kunna jämföra förfruktseffekter i olika bearbetningssystem startades projektet med att våroljeväxter resp. korn såddes i storrutor på försöksplatserna våren 2006. Ett försök anlades på Klostergården, på Vreta Kloster och ett på Ultuna, Uppsala. Ett försök startades ett år senare, år 2007, på Brunnby försöksgård utanför Västerås.

De första jordbearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen utfördes i september 2006. De två olika växtföljderna (tabell 24) genomgår samma jordbearbetningsåtgärder. För att få en bra genomarbetning av jorden bearbetas de olika kultiveringsleden, led 3, 4 och 5, två gånger.

De olika bearbetningarna utgör subled.

1. Plöjning (23 cm)
2. Grund plöjning (12 cm)
3. Kultivator (10-12 cm)
4. Djupkultivator (styv pinne) (20 cm)
5. Carrier (5-7 cm)
6. Direktsådd

Tabell 24. Två olika växtföljder som tillämpas i försöksserie R2-4140. Observera att Brunnby ligger ett år efter

År	Bra (A)	Ensidig (B)
2006 <sup>1</sup>	Våroljevaxter	Vårkorn
2007	Höstvete	Höstvete
2008	Ärt	Vårkorn
2009	Höstvete	Höstvete
2010	Våroljevaxter	Korn/havre
2011	Höstvete	Höstvete
2012	Höstvete	Höstvete

<sup>1</sup> År 2006 endast förfrukt

I försöken görs följande mätningar varje år:

Planräkning i vårsådda grödor  
 Beståndsgradering på våren i höstsäd  
 Ogräsräkning på våren  
 Gradering av skadegörare såsom rotdödare, stråknäckare och bladfläcksvampar  
 Skörd, kvalitet och mängd  
 Dragkraftsmätningar i försöket i Uppsala

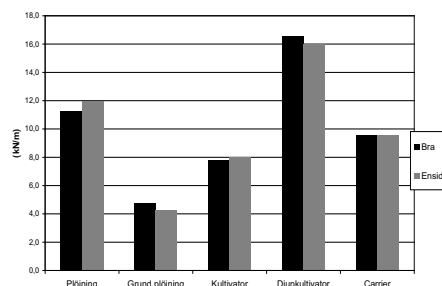
Försöken drivs konventionellt i den mening att handelsgödsel och kemiskt växtskydd används efter behov.

## Resultat

### Dragkraft

Dragkraftsmätningarna från hösten 2006 samt 2008 redovisas i figur 12. Mätningarna visade att förfrukten inte påverkade energiåtgången vid primärbearbetningen. För att få en bra genomarbetning av jorden bearbetades de olika kultiveringsleden, led 3, 4 och 5, två gånger. Tyngst gick bearbetning med styvpinnkultivator till 20 cm djup som krävde nära 17 kN per arbetsmeter. Bearbetning med plog till normalt djup samt två körningar med Carrier hade ett dragkraftsbehov på runt 10 kN per

arbetsmeter. Lättast gick den grunda bearbetningen med plöjning, led 2, som endast behövde 5 kN per arbetsmeter.



Figur 12. Dragkraftsbehov (kN m<sup>-1</sup>) vid primärbearbetning hösten 2006 samt 2008 i försök R2-4140, Ultuna.

### Växtpatologiska undersökningar

I tabell 25 redovisas statistiskt signifikanta skillnader mellan växtföljd och bearbetning vid samtliga sjukdomsgraderingar i de fem försöken 2007-2009. Signifikanta skillnader redovisas som ettor under respektive undersökt faktor vid olika utvecklingsstadier. Om nollor redovisas fanns inga signifikanta skillnader mellan de olika behandlingarna. Varje försöksplats representeras av en siffra. Tabell 25 visar att få statistiskt signifikanta skillnader hittades. 2009 beslutades att endast en avläsning skulle utföras eftersom de angreppsnivåerna vid de tidigare avläsningarna generellt var låga. Visserligen hittades skillnader mellan bearbetning i stråknäckare vid DC 39 och DC 53, men dessa skillnader försvann vid den sista avläsningen, och kan förklaras av att graderingsmetoden ändras vid sena avläsningar då endast strået graderas.

Tabell 25. Antal statistiskt signifikanta skillnader mellan de två växtföljderna och de olika bearbetningarna vid olika utvecklingsstadier i de fem försöken, 2007-2009. 0=ingen signifikant skillnad för undersökt faktor 1= signifikant skillnad för undersökt faktor - = ingen sjukdomsgradering. Varje siffra representerar ett provtagningstillfälle

	DC 39		DC 53		DC 69		DC 87	
	växtf	bearb.	växtf	bearb.	växtf	bearb.	växtf	bearb.
Stråknäckare	000	011	000	001	00	00	000	000
Bladfläckar	000	000	000	000	00	01	000	000
Rotdödare	---	---	000	000	00	00	011	011

Endast en skillnad i graderingen av bladfläckar kunde hittas i alla försök. Rotdödare påverkades både av växtföljd och bearbetning och signifikanta skillnader hittades vid den sista avläsningen. I tabell 26 redovisas sjukdomsgraderingarna från år 2009 i de olika bearbetningarna, eftersom inga signifikanta skillnader fanns mellan växtföljderna redovisas inte de i tabellen.

I alla försöken hade plöjda led högre angreppsgrad av *stråknäckare* jämfört med resten av behandlingarna, direktsådden hade oftast lägst angreppsgrad. Dessa skillnader var inte alltid statistiskt signifikanta. Skillnaderna var tydligast i de tidiga provtagningarna DC 39, och jämnades sedan ut med tiden. Angreppen av *rotdödare* var alltid högre i den ensidiga växtföljden jämfört med den goda växtföljden, dock inte alltid signifikant högre. Generellt var rotdödarindex något lägre i plöjda led jämfört med de andra behandlingarna, men inte i alla försöken (tabell 26). I de två försök där signifikanta skillnader fanns hade direktsådden högst index och den djupa plöjningen lägst.

Signifikanta skillnader i angreppsnivå av *bladfläckar* hittades endast mellan bearbetningar i Ultunaförsöket, 2009 (tabell 26). Där hade direktsådden lägre angreppsgrad jämfört med de grunda bearbetningarna. Övriga försök visade inga tendenser till överensstämmande skillnader mellan vare sig växtföljd eller behandling.

#### Skillnader mellan försöksplatser

Skillnader mellan växtföljd och bearbetning var inte stora, däremot hittades signifikanta skillnader mellan försöksplatser 2009. Ultuna hade ett betydligt starkare sjukdomstryck jämfört med Klostergården.

#### DNA- analyser bladfläckar

DNA- analyserna utfördes med relativ kvantifiering, dvs. resultaten är relativa ett referensprov, vilka då blir enhetslösa. DNA- analyserna visade tydligt den relativa förekomsten av varje patogen, och mängden DTR och *S. nodorum* är betydligt högre i Carrier leden jämfört med plöjning i båda växtföljderna på Ultuna (Tabell 27).

Tabell 26. Förekomst av stråknäckarindex, rotdödareindex och bladyta angripen av bladfläcksvampar i höstvetete i utvecklingsstadium DC 87 vid olika bearbetningar då de två växtföljderna slagits samman (n=8), Klostergården och Ultuna 2009

Led	klostergården			Ultuna			
	Stråknäck Index	Rotdödare Index	Bladfläck % yta	Stråknäck Index	Rotdödare Index	Bladfläck % yta <sup>1</sup>	
1	8,3	6,5	5,2	9,2	14,3	30,4	ab
2	5,0	10,7	3,7	7,9	14,2	39,0	a
3	4,6	8,0	1,8	10,8	14,7	31,1	ab
4	6,7	9,2	1,6	6,7	14,5	35,6	a
5	3,8	9,8	1,3	5,8	11,3	34,3	a
6	2,9	6,0	1,8	10,4	13,7	23,9	b

<sup>1</sup>Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader inom en kolumn.

Tabell 27. DNA analyser av bladfläcksjukdomar *Drechslera tritici-repentis* (DTR), *Septoria nodorum* och *S. tritici* samt okulär bedömningen (% av bladytan) 2009

Led	Klostergården				Ultuna			
	DTR	<i>Septoria nodorum</i>	<i>S. tritici</i>	Okulär bedömning	DTR	<i>Septoria nodorum</i>	<i>S. tritici</i>	Okulär bedömning
A1	0,04	6,44	7,38	1	72,1	96,6	1384	34,2
A5	0,15	3,58	5,66	1,3	187	522	1174	32
B1	0,35	11,2	8,68	9,3	39,0	152	1770	26,7
B5	0,04	3,23	6,1	1,3	123	328	1010	36,6

### Mineralkväveinhåll

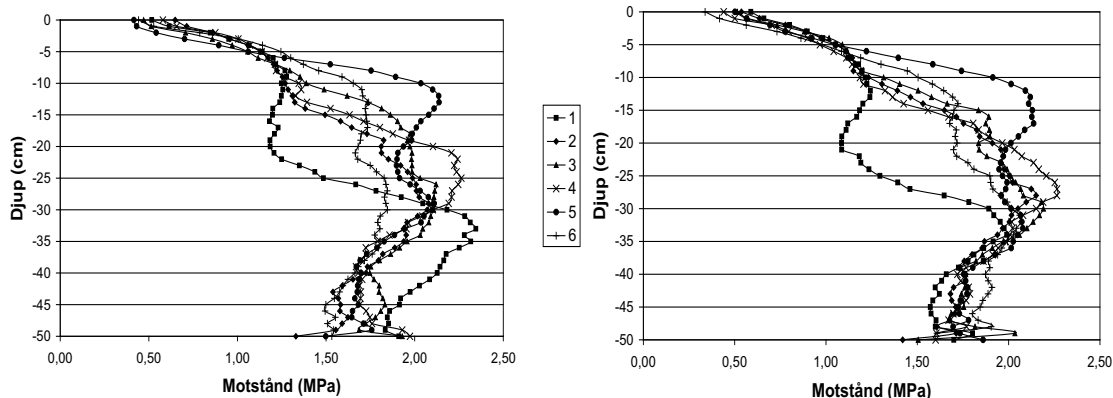
På Ultuna (mmh LL) har kväveinhåll i medel under försöksåren hösten 2006 till våren 2009 varit mellan 60 och 80 kg/ha N under hösten och fram till våren har mineralkvävet minskat med 20 kg/ha i den bra växtföljden och 10 kg/ha i den ensidiga växtföljden, tabell 28. Varken växtföljd eller bearbetningsmetod har skiljt sig åt i kväveinhåll men i kombination är det i den bra växtföljden plöjning och kultivering som haft störst minskning och i den ensidiga växtföljden har direktsådd minskat mest i kväveinhåll.

### Penetrationsmotstånd

Försöket på Ultuna används även av studenter vid olika projektarbeten. Resultaten nedan, figur 13, är penetrationsmotståndsmätningar utförda av studenter våren 2009. Resultaten visar att skillnaderna mellan de olika leden är större i de försök som gjorts med den bra växtföljden än i den ensidiga. I den förra växtföljden kan man se att direktsådden ger en bra effekt på markens penetrationsegenskaper, medan man i den ensidiga växtföljden inte ser någon större skillnad. För båda växtföljderna visar den ytliga bearbetningen att packningen i de övre skikten är större än vid de andra bearbetningsmetoderna.

Tabell 28. Mineralkväve ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) i försök R2-4140 på Ultuna

Led	Höst Kg/ha	Vår Kg/ha	Skillnad Kg/ha
A1	79,1	54,3	-24,8
A3	78,8	54,2	-24,6
A6	58,5	45,7	-12,7
B1	73,6	65,8	-7,8
B3	67,9	58,7	-9,2
B6	69,1	52,1	-17,0
<b>Bra växtföljd</b>	72,1	51,4	-20,7
<b>Ensidig växtföljd</b>	70,2	58,9	-11,3
<b>Plog</b>	76,3	60,0	-16,3
<b>Kultivator</b>	73,3	56,5	-16,9
<b>Direktsådd</b>	63,8	48,9	-14,9



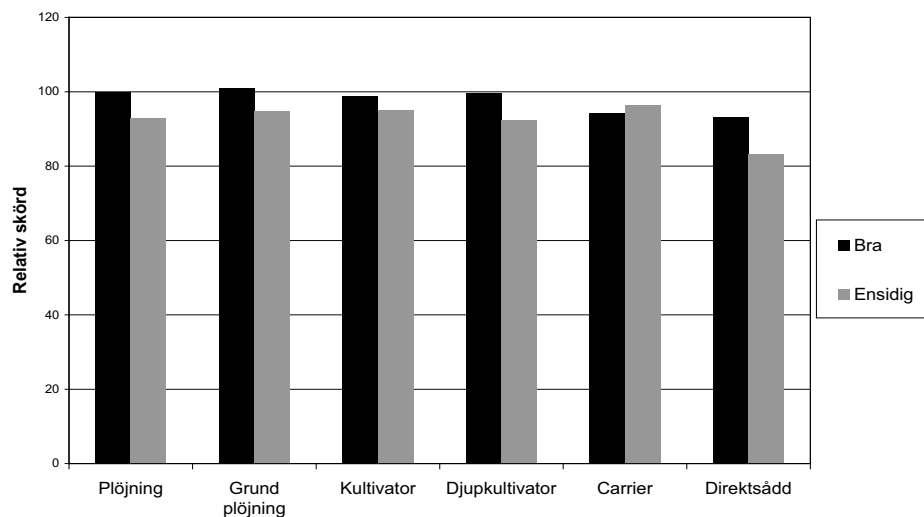
Figur 13. Penetrationsmotstånd i försök R2-4140, Ultuna. Bra växtföljd till vänster och ensidig växtföljd till höger. Mätningar och bearbetning av data gjorda av studenter våren 2009.

## Skörd

Skörd från de olika platserna redovisas för år 2009 i tabell 29 och sammanslaget i figur 14. På Ultuna och Klostergården har tre skördar tagits och på Brunnby två skördar, men pga. hög variationskoefficient har resultat från skörd 2009 av ärt och korn på Brunnby ej tagits med i beräkningarna.

På försöksplatserna hade den bra växtföljden (A) större avkastning än den ensidiga växtföljden (B). Skillnaden är i genomsnitt 5 procent. Bearbetning med Carrier har däremot en tendens till att fungera bättre i den ensidiga växtföljden sett på alla försöksplatserna. Det är framförallt i försöket på Klostergården som bearbetning med Carrier tappat i skörd i den bra växtföljden,

då detta led bearbetats med ett redskap som varit för lätt för att kunna tränga ner ordentligt i marken och därigenom gett ett sämre bearbetningsresultat. Grödorna i den bra växtföljden lämnar efter sig en hårdare markyta än grödorna i den ensidiga växtföljden varvid ett tyngre redskap gett bättre resultat. På de övriga två försöksplatserna har ett tyngre redskap använts och resultatet har blivit bättre. Under åren har det funnits samspelseffekter i vissa led, tydligast skillnad i djupt kultiverade led i de olika växtföljderna, upp till 25 procent skillnad. Direktsådden har fungerat bra på försöksplatserna när höstvetete odlats i den bra växtföljden men till ärt och korn har direktsådd tappat i skörd.



Figur 14. Genomsnittlig relativ skörd från alla försöksplatser och år, ej Brunnby år 2009, i försöksserie R2-4140. A1 = rel. tal 100.

Tabell 29. Kärnskördar ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) i försöksserie R2-4140 år 2009. Notera hög CV% i försöket på Brunnby, varför detta försöksår inte tas med i medelskörd över åren

<b>Försöksled:</b>		<b>Ultuna</b>	<b>Klostergården</b>	<b>Brunnby</b>
<b>Bra växtföljd</b>		<b>H-vete</b>	<b>H-vete</b>	<b>Ärt</b>
A1	Plöjning (23 cm)	7030	7740	460
A2	Grund plöjning (12 cm)	6800	7740	350
A3	Kultivator 10-12 cm	7220	7620	260
A4	Djupkult. (styv pinne, 20 cm)	6810	7990	280
A5	Carrier (5-7 cm)	7080	6870	300
A6	Direktsådd	6300	6140	240
<b>Ensidig växtföljd</b>		<b>H-vete</b>	<b>H-vete</b>	<b>Korn</b>
B1	Plöjning (23 cm)	6560	6490	1890
B2	Grund plöjning (12 cm)	6360	6980	1450
B3	Kultivator 10-12 cm	6580	7300	1060
B4	Djupkult. (styv pinne, 20 cm)	6590	5840	1080
B5	Carrier (5-7 cm)	6370	7710	1150
B6	Direktsådd	4660	7130	950
A	Bra	6870	7350	320
B	Ensidig	6190	6910	1260
1	Plöjning	6800	7120	1180
2	Grund plöjning	6580	7360	900
3	Kultivator	6900	7460	660
4	Djupkultivator	6700	6920	680
5	Carrier	6730	7290	730
6	Direktsådd	5480	6640	600
	CV %	4,8	9,9	70
	Prob F1 (växtföljd)	0,2214	0,2053	0,0404
	Prob F2 (bearbetning)	0,0001	0,418	0,5364
	LSD F1 (växtföljd)	1680	1040	840
	LSD F2 (bearbetning)	380	870	710

Kontaktperson är Aron Westlin, tel. 018 67 12 03.



## Etablering och luckringsbehov för höstraps

*Johan Arvidsson och Anders Månsson, inst. för mark och miljö, SLU*

**I försök under 2007-2009 har olika typer av etableringsmetoder för höstraps jämförts, inklusive etablering med breddspridning där fröna sedan inarbetats med tallrikskultivator eller kultivator. Under 2008 var skördenivån något lägre i plöjningsfria jämfört med plöjda led, medan skillnaderna under 2007 och 2009 var små. Djupluckring har i regel inte höjt skörden.**

Under 2006 startades ett forskningsprojekt, finansierat av SLF, Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning och Partnerskap Alnarp för att studera etableringsmetoder och luckringsbehov för oljeväxter. Här presenteras resultat från ett av delprojekten: Etablering och luckringsbehov för höstraps.

Att etablera höstraps är ofta en svår uppgift, speciellt på styva jordar i mellansverige. Om sommaren varit torr erhålls ofta ett grovt bruk vid bearbetning. Om rapsen sås efter spannmål blir tiden för såbäddsbereidning mycket kort, och sådden sker ofta långt efter den optimala såtidpunkten. Olika former av reducerad bearbetning ger ofta en fördel i och med att sådden kan ske snabbt efter skörd, men kan leda till problem med stora halmmängder som försvårar etableringen. Oljeväxter anses också generellt vara mer packningskänsliga än spannmål och skulle därmed också ha ett större luckringsbehov.

Skördeåret 2009 gjordes försök med höstrapsetablering i serie R2-4141. Under hösten 2008 gjordes noggranna studier av såbäddsegenskaper, uppkomsthastighet, plantetablering och halmtäckning samt mätning av marktemperatur i olika led. En del av dessa resultat presenteras här, ytterligare resultat finns på [www.jordbearbetning.se](http://www.jordbearbetning.se), bl.a. i form av examensarbeten (Carlsson, 2009; Månsson, 2010).

### Försöksplan

Hösten 2006 startades en försöksserie med olika bearbetningsmetoder vid höstrapssådd. Försöksplanen innehåller följande led:

A=Normalt plöjningsdjup

B=Grunt plöjningsdjup

C=Ytlig bearbetning med tallrikskultivator (Carrier el. liknande)

D=Kultivator 10-15 cm

E=Bredsådd i stubb inarbetas med tallrikskultivator, vältning

F=Bredsådd i stubb inarbetas med kultivator, vältning.

G=Djupluckring, ytlig bearbetning (som i led C)

I led A-D och G görs sådd med konventionell såmaskin, oftast en Väderstad Rapid med skivbillar. Före detta görs en behovsanpassad såbäddsbereidning, vilket oftast inneburit en eller flera överfarter i plöjda led medan ingen extra körning gjorts i plöjningsfria led. Djupluckring gjordes med ett icke-vändande redskap med skär på ca 30 cm djup med minimal störning av markytan. Två försök med ovanstående plan kunde sköras 2007: ett i Västergötland (Bjertorp) och ett i Skåne (Lönstorp). Dessutom genomfördes tre försök med leden A-F ovan, ett i Halland (Lilla Böslid), ett i Kalmar län (Rockneby) och ett på Gotland (Stenstugu). Led E och F såddes med högre utsädesmängd i försöken i Skåne och Västergötland, i övriga försök var utsädesmängden samma i alla led. År 2008 genomfördes fyra försök, Stenstugu, Lönstorp, Lilla Böslid och Helleberga i Östergötland.

År 2009 genomfördes ytterligare försök i samma serie. Här redovisas resultat från fem av dessa försök: Stenstugu (lättlera, sådatum 1 sep), Mörbylånga (lerig sand, sådd 30 augusti), Lönstorp, (moränlättlera, sådatum 19 aug), Staffanstorp (moränlättlera, sådatum 18

aug), Jolstad i Östergötland (lättlera, sådatum 25 aug). Förhöjd utsädesmängd (30 % extra) användes i led E och F på Lönnstorp, Staffanstorps och Jolstad. Några försök i serien tas inte med i denna redovisning pga utvintring eller låg skördenivå.

### Resultat och diskussion

I tabell 30 visas antalet etablerade plantor i olika led i försök med skördeår 2009. Hösten 2008 var regnig på de flesta håll vilket gjorde att det i regel fanns gott om fukt för groningen. Det blev dock signifikanta skillnader i plantantal på samtliga platser. I regel var skillnaderna små mellan de led som såtts med såmaskin (A-D), även om led D (kultivator) gav något sämre etablering i Mörbylånga och på Jolstad. Utmärkande för Staffanstorps, Mörbylånga och Jolstad var att etableringen var sämre i de bredspridda leden.

På de flesta av platserna gjordes

upprepade planräkningar för att bestämma uppkomsthastigheten för olika led. Exempel på resultatet av dessa mätningar visas i figur 15 och 16 för Lönnstorp och Jolstad. Uppkomsten skedde ganska likformigt i olika led, oavsett slutligt plantantal. Antal dagar för 50 % uppkomst var ungefär 6-8 för samtliga led och den nödvändiga temperatursumman ca 80 daggrader (beräknat med en bastemperatur på 5 grader).

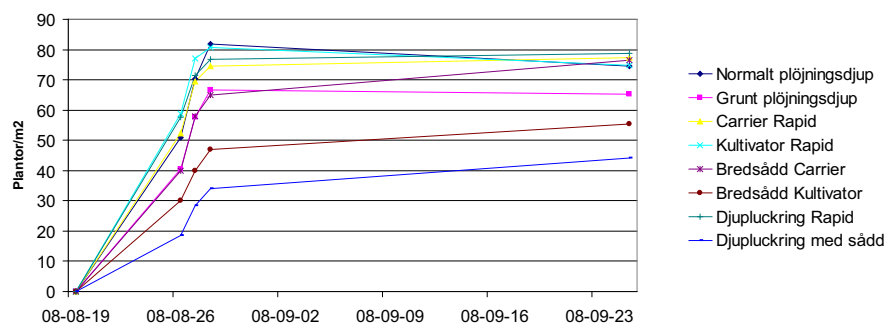
Försämrad uppkomst vid reducerad bearbetning går ofta att koppla till stora halmmängder i markytan. Därför gjordes på flera av platserna både okulär bedömning och vägning av halmmängd i markytan. Resultat av vägningen presenteras i tabell 31 (här redovisas också resultat från ett försök på Ultuna som senare utvintrade). Halmmängderna efter plöjning är som väntat mycket små. Bearbetning med Carrier har lämnat större mängd halm i ytan än körning med kultivator, vilket kan kopplas till ett mindre

Tabell 30. Antal plantor/m<sup>2</sup> i försök med höstraps, serie R2-4141 och L2-4141 2009

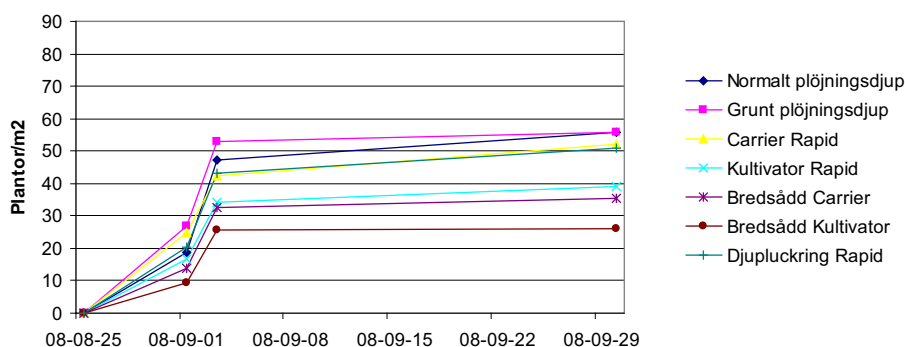
	Stenstugu	Mörby- långa	Lönns- torp	Staffans- torp	Jolstad	Medel
A=Normalt plöjningsdjup	57	45	75	89	56	64
B=Grunt plöjningsdjup	62	56	65	81	56	64
C=Ytlig bearbetning	49	44	77	77	52	60
D=Kultivator 10-15 cm	48	35	75	85	39	56
E=Bredsådd, Carrier	91	17	76	65	35	57
F=Bredsådd, kultivator	81	23	55	32	26	44
G=Djupluckr. + ytlig bearb.			79	84	51	
Probvärde	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,001	<i>p</i> <0,05	

Tabell 31. Invägning av halmmängd i ytan, g (ts)/m<sup>2</sup>

	Lönns- torp	Staffans- torp	Mörby- långa	Jolstad	Ultuna	Medel
A=Normalt plöjningsdjup	1,7	2,5	1,6	2,8	1,3	2,0
B=Grunt plöjningsdjup	8,5	12,5	7,9	14,1	7,9	10,2
C=Ytlig bearbetning	57,5	44,9	52,0	179,7	95,9	86,0
D=Kultivator 10-15 cm	28,7	29,5	47,8	107,3	71,6	57,0
E=Bredsådd, Carrier	80,8	63,9	57,4	187,4	71,5	92,2
F=Bredsådd, kultivator	57,1	66,9	48,2	164,2	72,5	81,8
G=Djupluckr. + ytlig bearb.	37,4	31,6		140,1	92,1	75,3



Figur 15. Planträkning på Lönnstorp.



Figur 16. Planträkning på Jolstad.

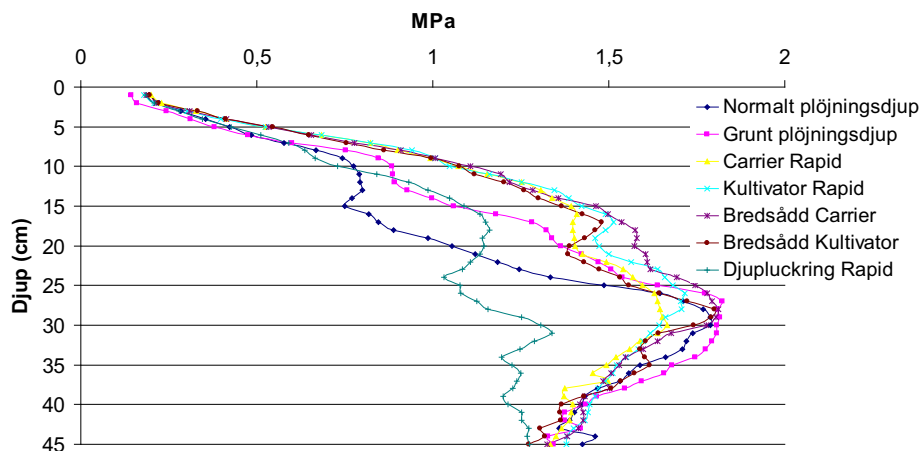
bearbetningsdjup. Halmmängden var hög i de bredsådda leden men skiljer sig inte nämnvärt från led med Carrier och konventionell sådd. Den dåliga uppkomsten i bredsådda led får därför kopplas till en otillfredsställande placering av utsädet.

I tabell 32 visas rothalsdiametern vid invintring för samtliga led. En hypotes när försöken startade var att rotutvecklingen skulle gynnas av den luckring som sker vid

plöjning. Några större effekter av bearbetningssystem på rotutveckling kunde inte observeras 2006 och 2007, skillnaderna var små också hösten 2008, även om rothalsdiametern i medeltal var något större i plöjda led. I försöket på Jolstad fanns en tendens till bättre rotutveckling i det djupluckrade ledet. Penetrometermätningar på denna plats visade också på en kraftig effekt av djupluckringen (figur 17).

Tabell 32. Rothalsdiameter, mätning vid invintring hösten 2008

	Stenstugu	Mörby- långa	Lönns- torp	Staffäns- torp	Jolstad	Medel
A=Normalt plöjningsdjup	5,6	9,9	9,5	7,3	3	7,1
B=Grunt plöjningsdjup	5,3	7,8	7,9	6,9	3,1	6,2
C=Ytlig bearbetning	4,7	8	8,9	6,6	2,5	6,1
D=Kultivator 10-15 cm	4,5	8,2	8,6	6,9	3	6,2
E=Bredsådd, Carrier	5	7,9	8,3	6,7	2,8	6,1
F=Bredsådd, kultivator	5	8,5	8,4	6,9	2,7	6,3
G=Djupluckr. + ytlig bearb.			8,6	6,5	3,2	6,1



Figur 17. Penetrationsmätning på Jolstad.

Skörd i samtliga led 2009 visas i tabell 33. Skördeskillnaderna mellan de konventionellt sådda leden (A-D) var liten på samtliga platser. I Mörbylånga fanns en tydlig tendens till lägre skörd i bredsådda led ( $P=0,07$ ). På Jolstad mättes högre skörd i bredsådda led och i ledet med djupluckring, skillnaderna var dock ej signifikanta. I försöket på Jolstad gjordes ingen höstgödning med kväve och våren var mycket torr vilket gav en dålig effekt av det vårspridda kvävet. Detta resulterade i en svag beståndsutveckling och slutligen en låg skörd.

I tabell 34 redovisas antal daggrader mellan sådd och invintring för samtliga platser, tillsammans med skörd,

rothalsdiameter, antal blad och rotlängd vid invintring för det plöjda ledet. I fyra av försöken uppnåddes en god skörd, medan skörden blev låg på Jolstad. På samtliga platser med god skörd hade plantorna uppnått eller låg nära den s.k. 8-8-8-regeln, dvs 8 blad, 8 mm rothalsdiameter och 8 cm lång pålrot, undantaget Stenstugu där rothalsdiametern var 5,6 mm. För att nå denna plantstorlek brukar man eftersträva en temperatursumma på ca 500 daggrader från sådd till invintring. Intressant att notera är den goda tillväxten och höga skörden i Mörbylånga och på Stenstugu, trots betydligt färre daggrader. I försöket på Jolstad, med låg temperatursumma och små plantor på hösten blev skörden låg.

Tabell 33. Skörd kg/ha och relativt i försök med höstraps, serie R2-4141 och L2-4141 2009

	Stenstugu	Mörby- långa	Lönns- torp	Staffans- torp	Jolstad	Medel
A=Normal plöjning=100	4600	6290	4930	4240	2540	4520
B=Grunt plöjningsdjup	99	96	99	98	102	98
C=Ytlig bearbetning	100	99	101	98	100	100
D=Kultivator 10-15 cm	98	96	100	101	102	99
E=Bredsådd, Carrier	99	91	98	96	109	97
F=Bredsådd, kultivator	100	87	97	95	112	96
G=Djupluckr. + ytlig bearb.			99	102	111	
Probvärde	0,98	0,07	0,75	0,78	0,68	

Tabell 34. Temperatursumma på hösten 2009 (basterperatur 5 grader), slutlig skörd och plantegenskaper vid invintring för plöjt led

	Daggrader	Skörd (kg/ha)	Rothals-diameter (mm)	Antal blad	Pålrotens längd (mm)
Lönnstorp	584	4930	9,5	13,6	132
Staffanstorp	542	4240	7,3	9,8	118
Mörbylånga	380	6290	9,9	7,4	161
Jolstad	317	2540	3	5,8	37
Stenstugu	316	4600	5,6	7,4	97

Skörd under 2007 och 2008 visas i tabellerna 35 och 36. Liksom under 2009 har det i regel varit små skillnader mellan konventionellt sådda led (A-D), speciellt under 2007. Skördeåret 2008 fanns en tendens till sämre skörd i plöjningsfria och bredsådda led. Djupluckring har inte i något fall gett någon signifikant skördökning jämfört med enbart ytlig bearbetning. Sammantaget verkar det därför inte som om höstrapsen har behov av kraftig luckring på hösten.

Konventionell sådd har gett säkrare etablering än bredsådd följt av bearbetning.

Skördenivån för höstrapsen kommer i regel att vara mer beroende av såtidpunkt än av vilket bearbetningssystem som används. Val av bearbetningssystem bör därför främst göras med tanke på att kunna så snabbt och samtidigt få en tillräcklig inblandning av skörderester. I plöjningsfria system måste man i regel göra en kemisk bekämpning av spillsäd, något som måste vägas in om olika system ska jämföras ekonomiskt.

Tabell 35. Skörd kg/ha och relativtal i försök med höstraps, serie R2-4141 och L2-4141 2007

	Stenstugu	Lilla Böslid	Rockneby	Lönns-torp	Bjertorp	Medel
A=Normalt plöjningsdjup=100	4210	4040	4810	3230	3230	3900
B=Grunt plöjningsdjup	87	103	94	101	102	97
C=Ytlig bearbetning	96	98	93	104	107	100
D=Kultivator 10-15 cm	98	98	101	104	105	101
E=Bredsådd, Carrier	99	91	94	104	104	98
F=Bredsådd, kultivator	99	96	99	105	101	100
G=Djupluckr. + ytlig bearb.				102	102	
Probvärde	0,04	0,002	0,39	0,27	0,92	

Tabell 36. Skörd kg/ha och relativtal i försök med höstraps, serie R2-4141 och L2-4141 2008

Plats	Stenstugu	Lilla Böslid	Lönnstorp	Helleberga	Medel (vägt)
A=Normalt plöjningsdjup=100	3640	2210	5810	3260	3730
B=Grunt plöjningsdjup	96	108	98	92	98
C=Ytlig bearbetning	96	75	97	96	93
D=Kultivator 10-15 cm	96	96	96	99	97
E=Bredsådd, Carrier	91	65	97	100	91
F=Bredsådd, kultivator	97	69	98	102	94
G=Djupluckr. + ytlig bearb.			98	94	
Probvärde	0,33	0,005	0,97	0,06	

# Höstrapsetablering med biodrill och direktsådd

*Erik Pettersson och Johan Arvidsson*

Under 2008 och 2009 skördades tre försök i serie R2-4143 med bl.a. direktsådd och kultivatorsådd. I medeltal var skördeskillnaderna små mellan leden, tydligast var en positiv effekt av förredskap vid direktsådd. Resultaten pekar på att halminblandningen är den viktigaste faktorn för etablering och tillväxt. En ytlig bearbetning gav höjd skörd jämfört med ren direktsådd, medan en djup bearbetning inte gav någon ytterligare skördehöjning.

Idag tillämpas ett stort antal metoder för höstrapsetablering bl.a. direktsådd och kultivatorsådd (sådd görs i samma moment som bearbetning med kultivator). Av denna anledning startades 2007 försöksserie R2-4143, finansierad av Väderstadverken AB. Syftet var att jämföra etablering, tillväxt och skörd av höstraps för kultivatorsådd (biodrillsådd) och direktsådd, jämfört med plöjningsfri odling och plöjning med konventionell sådd. En mer fullständig redovisning finns i ett examensarbete (Pettersson, 2009; [www.jordbearbetning.se](http://www.jordbearbetning.se)). Försöken kompletterade försöken i serie R2-4141 som också redovisas kort i denna rapport, och båda serierna kommer att redovisas i en slutrapport.

## Material och metoder

### Försöksplan serie R2-4143

Försöksplanen i serie R2-4143 innehåller följande led:

- A=Plöjning ca 20 cm, såbäddsberedning
- B=Carrier eller TopDown grunt, ca 5-10 cm
- C=TopDown grunt ca 10 cm, biodrill (frösålåda)
- D=TopDown djupt ca 20 cm, biodrill
- E=Direktsådd Rapid med förredskap
- F=Direktsådd Rapid utan förredskap
- G=Direktsådd Seed Hawk (Jolstad 2009)

Hösten 2007 lades två försök ut, ett på Helleberga i Östergötland (mellanlera, sådatum 21 aug) och ett på Ultuna i

Uppland. Hösten 2008 startades tre försök, ett på Ultuna (styv lera, sådatum 25 aug), ett på Jolstad (nära Motala i Östergötland, moig lättlera, sådatum 25 aug) samt ett på Lönnstorp utanför Malmö (moränlättlera, sådatum 19 aug), fig 18. Tyvärr utvintrade försöken på Ultuna både 2008 och 2009. I denna rapport redovisas därför skördesiffror från tre försök.

Förfrukt var i samtliga fall höstvetete eller korn. I led A gjordes en anpassad såbäddsberedning efter plöjning, i regel två körningar med Väderstad Carrier alternativt två körningar med såbäddsharv (Lönnstorp 2008). Själva plöjningen

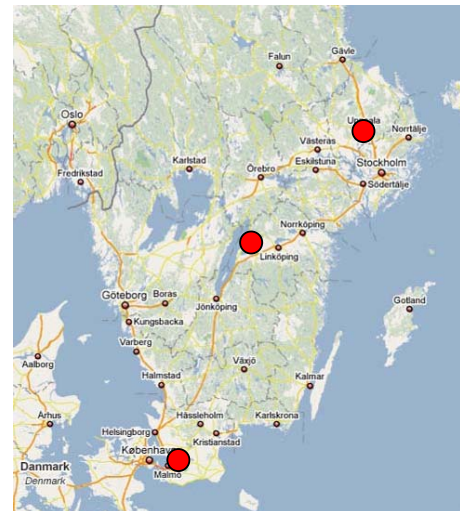


Fig 18. Försöksplatser i serie R2-4143, skördeår 2009.

utfördes normalt några dagar till en vecka före såbäddsbredning och sådd. Utsädesmängd var 60 frön/m<sup>2</sup> för hybrid sorter och 80 frön/m<sup>2</sup> för linjesorter (endast Lönnstorp 2008). I led C och D höjdes utsädesmängden med 10 %. I led E såddes med Väderstad Rapid med system disc som förredskap, som utförde en yttlig bearbetning. Led F såddes också med Väderstad Rapid, men utan att förredskapet användes (i försöket på Helleberga 2008 ersattes förredskapet av en körning med Carrier). Led G såddes med Väderstad Seed Hawk, en direktsåmaskin med en framåtriktad såbill (ej släpbill), och 25 cm radavstånd (endast försöket på Jolstad, skördeår 2009). Samtliga led behandlades kemiskt mot spillsäd och ogräs på hösten.

#### Mätningar i försöken

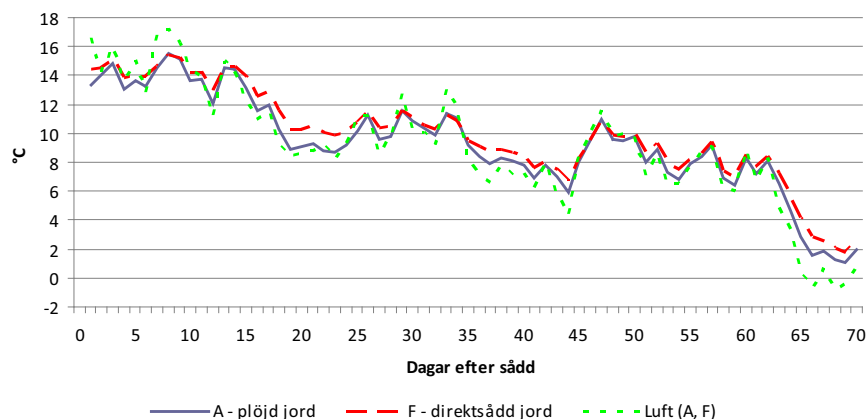
Framförallt under hösten 2008 gjordes omfattande mätningar i försöken, bl.a. såbäddsegenskaper, halmmängd, uppkomsthastighet genom upprepade planträskningar, temperaturförhållanden,

penetrationsmotstånd och beståndsutveckling.

## Resultat och diskussion

### Temperatur och temperatursummor

I figur 19 presenteras medeltemperaturen per dag efter sådd vid försöket i Östergötland. I diagrammet ser man att det direktsådda ledet hade en något högre medeltemperatur. I tabell 37 presenteras medeltemperaturen från sådd till uppkomst och medeltemperaturen för hela hösten i led A, F i jorden och luften. I Skåne skiljde sig inte medeltemperaturen åt mellan leden, medan den var 0,5 grader högre för direktsådd jämfört med plöjning i Östergötland. Temperatursummorna från försöket i Östergötland var betydligt lägre än i Skåne, med värden mellan 302 och 354 daggrader. Detta skulle enligt Svensk Raps rekommendation innebära att det fattas mellan 131 och 181 daggrader för en optimal invintring, beräknat från lufttemperaturen.



Figur 19. Medeltemperaturen per dag i plöjd jord (led A), direktsådd jord (led F) på 3-4 cm djup och luft temperaturen i Östergötland (Jolstad).

Tabell 37. Medeltemperatur och temperatursummor från sådd till uppkomst och under hela hösten till invintring, mätningar 2008. Mätningar i led A och F på 3-4 cm djup

Led	Uppkomst	Hela perioden	Tempsumma uppkomst	Tempsumma hela perioden
Lönnstorp				
A - Plöjt	17,1 °C	11,1 °C	72,2	567
F - Direktsådd	17,2 °C	11,2 °C	75,9	575
Luft i A	17,2 °C	11,3 °C	82,6	583
Jolstad				
A - Plöjt	14,0 °C	9,3 °C	72,3	302
F - Direktsådd	14,5 °C	9,8 °C	73,5	354
Luft i A o F	15,2 °C	9,0 °C	73,0	319

Plantantal vid invintring visas i tabell 38. På Jolstad var antalet plantor betydligt lägre i direktsådda led jämfört med övriga. På Lönnstorp fungerade direktsådden bra medan det blev färre plantor med biodrillsådden. På Ultuna var plantantalet klart lägst efter direktsådd.

Tabell 38. Antal plantor vid invintring 2008 i försöksserie R2-4143

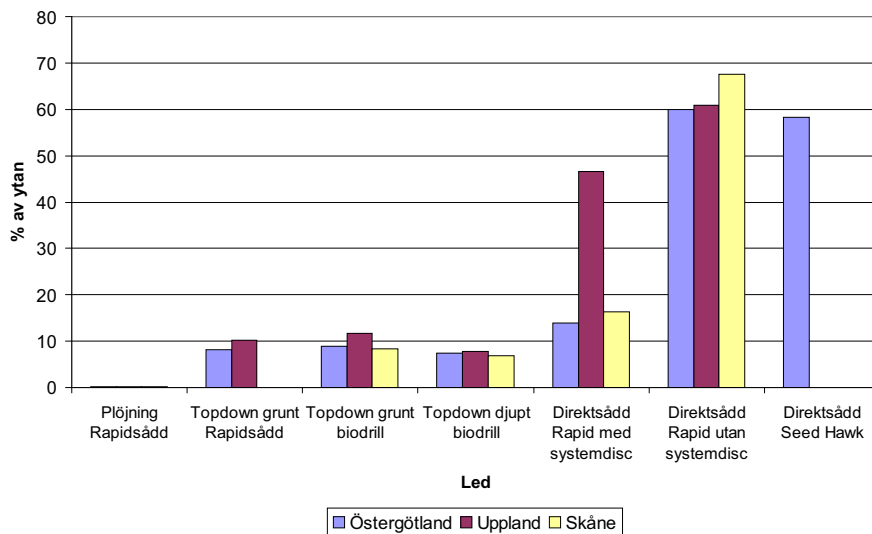
	Jolstad	Lönnstorp	Ultuna	Medel:
A=Plöjning, Rapidsådd	64	75	37	58
B=Topdown grunt, Rapidsådd	60	-	44	-
C=Top-down grunt, biodrill	66	44	44	52
D=Top-down djupt, biodrill	57	52	58	55
E=Direktsådd med systemdisc	33	84	27	48
F=Direktsådd utan systemdisc	42	74	21	45
G=Direktsådd Seed Hawk	50			

#### Halm i ytan

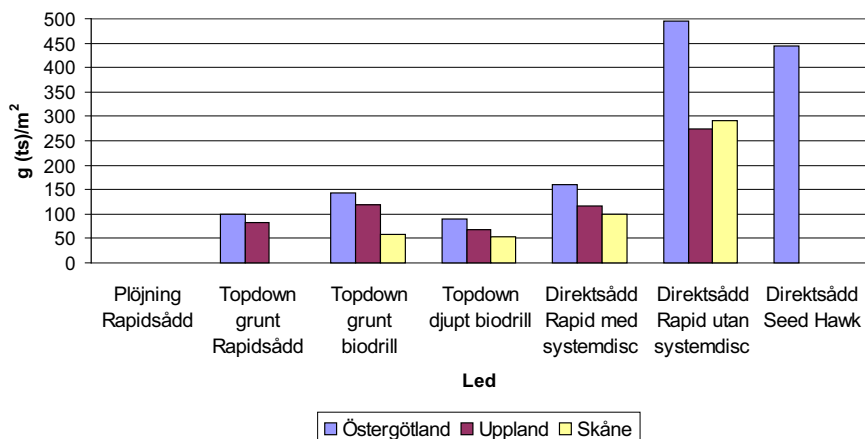
I figur 20 visas den visuella bedömningen av halmmängd på ytan, och figur 21 invägd halmmängd. Den uppvägd halmmängden var störst i försöket i Östergötland. Detta förklaras till stor del av att förfrukten var kraftig höstvetete där man lämnade och hackade halmen. I Skåne och Uppland var förfrukterna vårkorn vilket gav en betydligt mindre mängd halm. Ledet direktsådd med system disc (led E) i försöket i Uppland hade mycket mer halm än de övriga försöken vid visuell bedömning, medan det skiljde mindre då halmen vägdes. Led B, C

och D hade alla bearbetats med kultivator vilket blandade in halmen väl och gav betydligt lägre mängd halm. Led A (plöjning) gav nästintill noll i halmmängd både vid visuell bedömning och invägd halm. Ledet direktsådd med system disc (led E) hade något mer halm i ytan än de kultiverade, vilket kan förväntas då förredskapet system disc endast bearbetar ytligt. Mest utmärkande är den stora mängden halm vid direktsådd utan förredskap, som var betydligt högre än för sådd utan förredskap.





Figur 20. Visuell bedömning av halmmängden i ytan i försöksserie R2-4143 hösten 2008.



Figur 21. Invägd halm från ytan i försöksserie R2-4143 hösten 2008.

### Skörd

Skörd försöksåren 2008 och 2009 presenteras i tabell 39. I försöket på Helleberga 2008 var skörden oftast högre i plöjningsfria än i plöjda led, med högst skörd efter sådd med biodrill. Förklaringen är antagligen den långsamma uppkomsten i plöjda led den torra hösten 2007, som gav en svag planttillväxt och en låg skördenivå.

En ytlig bearbetning före sådd (led E) gav också högre skörd än direktsådd utan förredskap (led F). Också på Jolstad 2009 gav led E klart högre skörd än led F. Sådd med SeedHawk gav också högre skörd än Rapidsådd utan förredskap. Förredskapet och såbillens utformning på SeedHawk gav en bättre halmhantering jämfört med Rapidsådd utan förredskap, vilket gav en bättre etablering och tillväxt. I försöket på

Lönnstorp 2009 var skördeskillnaderna ej signifikanta. Det fanns dock tendens till lägre skörd med kultivatorsådd jämfört med plöjning, vilket antagligen kan kopplas till en sämre plantetablering i dessa led. De kultivatorsådda leden såg också ojämnare ut än övriga led under

växstsäsongen. Förredskap höjde ej skörden på Lönnstorp jämfört med sådd utan förredskap, vilket antagligen kan kopplas till en lägre halmmängd jämfört med försöken i Östergötland. Ökat bearbetningsdjup har ej höjt skörden vid biodrillsådd på någon av platserna.

Tabell 39. Skörd i serie R2-4143 2008 och 2009

Försöksår	Helleberga 2008	Jolstad 2009	Lönnstorp 2009	Medel (vägt)
A=Plöjning, Rapiersådd	3050	2520	5000	3523
B=Grund bearbetn, Rapiersådd	101	102	101 <sup>1</sup>	101
C=Top-down grunt, biodrill	110	113	93	103
D=Top-down djupt, biodrill	109	104	91	99
E=Direktsådd, Rapid med förredskap	104	127	95	105
F=Direktsådd, Rapid utan förredskap	91	99	96	95
G=SeedHawk		127		
Signifikans	p=0,05	**	n.s.	

<sup>1</sup>Skördevärde från intilliggande försök i serie R2-4141, jämförelse med plöjt led

## Djupluckringsbehov i försök med våroljevaxter 2008-2009

Johan Arvidsson

Under 2008 och 2009 genomfördes två ettåriga försök med djupluckring till våroljevaxter i serie R2-5078. Luckring med kultivator till 20 cm höjde skörden jämfört med grund bearbetning med tallrikskultivator. Djupluckring till 30 cm gav ej någon ytterligare skördehöjning.

Under 2008 och 2009 genomfördes två ettåriga försök med djupluckring till våroljevaxter i serie R2-5078. Försöken låg på styv lera på Ultuna och innehöll följande led med olika bearbetningar på hösten:

- A=Plöjning till 22 cm
- B=Djup kultivering 20 cm
- C=Carrier + Agrisem till 22 cm
- D=Carrier + Agrisem till 30 cm
- E=Carrier (ytlig bearbetning)

Led B bearbetades med Väderstad Top-Down, ett kombinationsredskap med tallrikar och pinnar som kan användas för djup kultivering. I led C-E gjordes en ytlig bearbetning med tallrikskultivatorn Väderstad Carrier. I led C och D gjordes

också en djupare luckring med redskapet Agrisem, som är utrustat med platta skär som luckrar men ger en mycket liten omblandning av jorden. Såbäddsberedning och sådd på våren genomfördes med konventionell såbäddsharv följt av sådd med skivbillar. Försöket är ett randomiserat blockförsök med tre upprepningar.

### Resultat

Penetrationsmotstånd efter sådd 2008 visas i figur 22. Bearbetningsdjupet hade en stor inverkan på penetrationsmotståndet, bland annat framgår att den djupa körningen med Agrisem hade en luckrande effekt under det normala plöjningsdjupet.

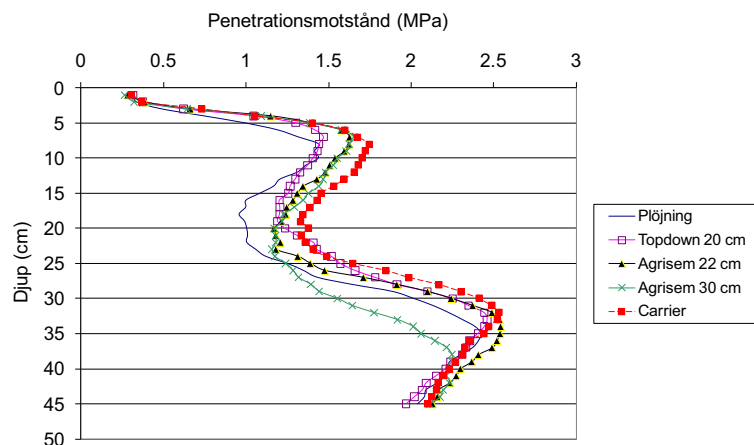


Fig. 22. Mätning av penetrationsmotstånd 2008 i serie R2-5078.

Skörd och plantantal i serie R2-5078 visas i tabell 40. Skörden var god båda åren, speciellt 2009 med en skörd på 3660 kg i plöjt led. Båda åren var skörden lägst i ledet med grundast bearbetning, år 2009 var ledskillnaderna signifikanta. Led B

med djup kultivering (ca 20 cm) har båda åren gett högre skörd än enbart ytlig bearbetning. Luckring under plogdjup har ej höjt skörden jämfört med djup kultivering. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018 67 11 72.

Tabell 40. Plantantal och skörd av vårraps i serie R2-5078 på Ultuna, 2008 och 2009

	2008		2009	
	Plantor (m <sup>-2</sup> )	Skörd	Plantor (m <sup>-2</sup> )	Skörd
A=plöjning till 22 cm	131	2690=100	93	3660=100*
B=Djup kultivering 20 cm	128	100	91	99
C=Carrier + Agrisem till 22 cm	112	97	84	95
D=Carrier + Agrisem till 30 cm	113	98	67	98
E=Carrier (ytlig bearbetning)	117	95	71	93

## SÅBÄDDSDBEREDNING OCH YTSKIKTETS FUNKTION

Såbäddsberedningen är ett kritiskt moment inom växtodlingen, då det gäller att få en säker groningen 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
- lämplig såteknik för våroljeväxter

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)
R2-5079	Försök med olika såbäddsberedning och såtid till våroljeväxter	(2008)

## Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten?

Aron Westlin

**Hur finbrukad bör en såbädd till höstvet vara? Under åtta år har olika intensiteter i såbäddsberedning jämförts. Skördeskillnaden har varierat kraftigt mellan olika år och mellan de olika försöksleden, men i medeltal skiljer ej mer än någon enstaka procent. Under nederbördsrika höstar har det intensivt bearbetade ledet haft avsevärt sämre avkastning troligtvis pga en mycket kraftigare igenslammad markyta.**

Hösten 2000 startades ett försök där intensiv såbäddsberedning efter plöjning jämförs med extensiv såbäddsberedning, **R2-4120**. Försöket har alla år legat på samma plats. Lerhalten på försöksplatsen är ca 40 %.

Hösten 2009 bestod såbäddsberedningen i led A och led B av två bearbetningar med Carrier. Led A bearbetades även två gånger med harv. 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 nio försöksåren redovisas i tabell 41. Avkastningen år 2009 var något större i ledet med den extensiva

bearbetningen, led B, men ledskillnaderna var ej signifikanta.

Sett över hela försöksperioden på nio år har skördeskillnaderna varit mycket små. I medeltal har den intensivaste såbäddsberedningen endast resulterat i någon procentenhet högre skörd än i det mest intensivt bearbetade ledet. Den högre skörden har förmodligen inte täckt de högre kostnaderna förknippade med den intensiva såbäddsberedningen.

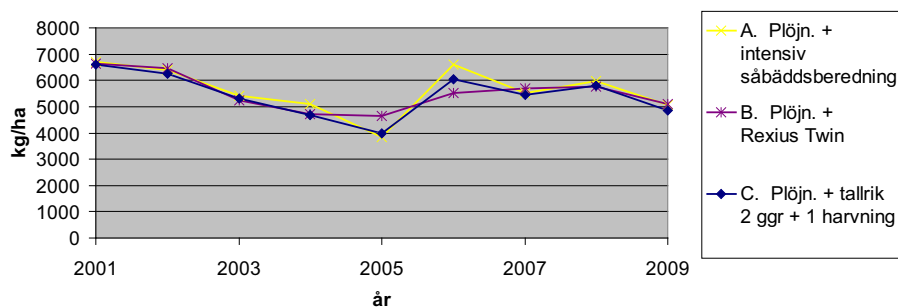
Den finbrukade såbädden i det intensivt bearbetade ledet innebär även en ökad risk för slamning vilket kunde ses den nederbördsrika hösten 2004. Detta återspeglas tydligt i skördesiffrorna för år 2005, figur 23.

Kontaktperson är Aron Westlin, tel. 018-67 12 03.

Tabell 41. Skörd, kg/ha och relativt i försöksserie R2-4120

Höstvete, Olivin	Skörd 2009		Medelskörd 2001-2009	
	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Plöjn. + intensiv såbäddsberedning	5070	100	5620	100
B. Plöjn. + Carrier*	5100	101	5530	99
C. Plöjn. + tallrik 2 ggr + 1 harvning	4870	96	5450	97

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



Figur 23. Skördeutveckling i försök R2-4120, åren 2001 – 2009.

## Grund bearbetning med Kvernelands Ecomat

Aron Westlin

I tre fältförsök, med 16, 30 respektive 36 % ler i matjorden, prövas grund bearbetning med Kvernelands Ecomat. Ecomatleden har under 2009 inte helt hävdat sig gentemot konventionell höstplöjning och då framförallt på försöksplatsen med 36 % ler. I försöket med 30 % ler i matjorden har Ecomatbearbetning bara medfört några enstaka procent lägre skörd.

För att undersöka hur grund bearbetning fungerar på olika jordar har de tre försöken placerats på fält med skilda lerhalter, 16 %, 30 % respektive 36 %. Försöken har tidigare innehållit vårbearbetningar med Ecomat men nu sker all primärbearbetning under hösten.

Under åren har försöksplanerna ändrats och i sin nuvarande form undersöks Ecomat på två olika djup samt med och utan packare.

Bearbetningsleden var följande:

- A. Höstplöjning 22 cm
- B. Tallriksredskap 12 cm
- C. Ecomat 12 cm utan packare
- D. Ecomat 12 cm med packare
- E. Ecomat 17 cm utan packare
- F. Ecomat 17 cm med packare

Försöken drivs konventionellt i den meningen att handelsgödsel och kemiskt växtskydd användes efter behov.

### Resultat och diskussion

Skörderesultaten för 2009 redovisas i tabell 42. På den styvare försöksplatsen har led B – E tappat i runt 15 % i skörd mot plöjning. På försöksplatsen med 30 % ler har

Ecomatleden tappat mindre än 5 %. Möjligen vägs skördetappet upp av de lägre bearbetningskostnaderna. På den lättaste jorden var skörden i Ecomatleden drygt 5 % lägre jämfört med konventionellt plöjningsdjup. I den djupaste bearbetningen med Ecomat har packaren resulterat i en merskörd.



Vid en jämförelse med eller utan packare på Ecomaten så har det i genomsnitt inte konstaterats några positiva effekter med att använda packaren.

Kontaktperson är Aron Westlin, tel. 018-67 12 03.

Tabell42. Skörd (kg/ha) år 2009

Lerhalt Försök nr.	36 % ler 661/98		30 % ler 662/98		16 % ler 663/98		Medel	
	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
Korn								
A. Höstplöjning	5920	100	6150	100	5580	100	5880	100
B. Tallriksredskap 2 ggr på hösten	5120	86	5600	91	4770	85	5160	88
C. Ecomat 12 cm utan packare	4970	84	6100	99	5260	94	5440	93
D. Ecomat 12 cm med packare	4930	83	5970	97	5170	93	5360	91
E. Ecomat 17 cm utan packare	5090	86	5870	96	5260	94	5410	92
F. Ecomat 17 cm med packare	5160	87	5910	96	5440	98	5500	94
LSD	330		280		220			
Signifikansnivå	***		**		***			

## Försök med olika såbäddsberedning och såtid till våroljevaxter

Johan Arvidsson

I ett försök på Ultuna i serie R2-5079 med olika sådjup, såtider och harvningsintensitet till våroljevaxter blev utslagen relativt små. Den tydligaste effekten var ett lägre plantantal och råfettskörd för den senaste såtiden.

Under 2009 genomfördes en pilotstudie med olika harvningsintensitet, sådjup och såtidpunkt. Försöket låg på en styv lera, som höstplöjts. Försöksplatsen var ej tilljämnd på hösten och markytan var därför relativt ojämn vid försökets start på våren.

Försöket innehöll följande led:

A=tidig sådd  
B=normal såtid  
C=sen sådd

1=Grund harvning (ca 2 cm)  
2=Djup harvning (ca 4 cm)

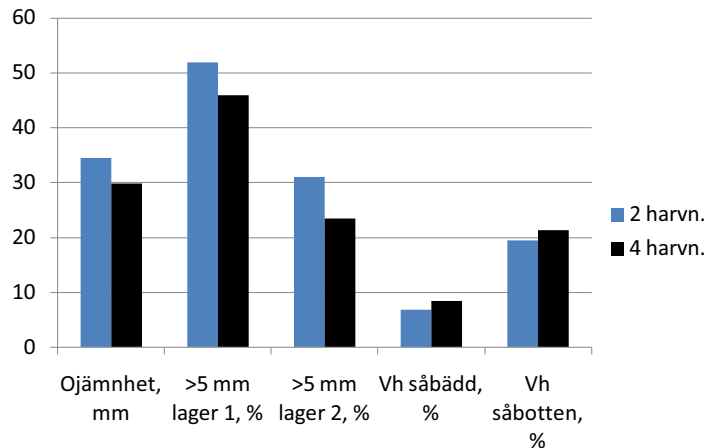
a=2 harvningar  
b=4 harvningar

Första sådd utfördes 20 april, följt av ca en veckas intervall mellan såtiderna. Den 20 april var i vårbrukets absoluta start, upptorkningsförloppet var dock mycket

snabbt våren 2009 och med varmt väder efter den första såtiden. Såbäddsundersökning gjordes efter den tidiga och normala såtiden. Planträkning gjordes vid flera tillfällen för att följa uppkomstförloppet.

### Resultat

Inverkan av harvning på såbäddsegenskaper visas i figur 24. Genomgående har ökad harvning förbättrat såbädden, i form av minskad ojämnhet i såbotten, lägre andel grova aggregat i såbädden och högre vattenhalt i såbotten. Av dessa skillnader är dock endast skillnaden i aggregatstorleksfördelning i ytlagret statistiskt signifikant ( $P < 0.05$ ). Genomgående har såbädden blivit relativt djup, mellan 4 och 5 cm. De olika såtiderna och sådjupen hade liten inverkan på såbäddsegenskaperna, och såbäddsdjupet blev mellan 4 och 5 cm för båda de inställda bearbetningsdjupen.



Figur 24. Såbäddsegenskaper efter 2 och 4 harvningar i serie R2-5079A.



Skörd och plantantal vid två plantråkningar redovisas i tabell 43. Skillnader i fröskörd blev ej signifikanta, däremot blev råfettskörden signifikant lägre vid den senaste såtiden. Också plantantalet blev lägst för den senaste sådden. Djupare sådd gav något lägre skörd medan ökat antal harvningar höjde skörden något, utslagen var dock ej signifikanta. Både sådjup och

antal harvningar hade liten inverkan på antal plantor.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018 67 11 72.

Tabell 43. Skörd, kg/ha och relativt, och plantantal i serie R2-5079A under 2009

	Fröskörd (kg/ha)	Råfett (kg/ha)	Plantor 14 maj	25 maj
A1a.Tidig sådd, sådjup 2 cm, 2 harvn.	2650=100	1150=100	75	98
A1b.Tidig sådd, sådjup 2 cm, 4 harvn.	110	109	77	100
A2a.Tidig sådd, sådjup 4 cm, 2 harvn.	109	109	76	91
A2b.Tidig sådd, sådjup 4 cm, 4 harvn.	103	103	83	98
B1a.Normal såtid, sådjup 2 cm, 2 harvn.	108	107	42	86
B1b.Normal såtid, sådjup 2 cm, 4 harvn.	106	106	48	106
B2a.Normal såtid, sådjup 4 cm, 2 harvn.	103	103	63	108
B2b.Normal såtid, sådjup 4 cm, 4 harvn.	106	105	56	89
C1a.Sen sådd, sådjup 2 cm, 2 harvn.	105	99		83
C1b.Sen sådd, sådjup 2 cm, 4 harvn.	106	101		88
C2a.Sen sådd, sådjup 4 cm, 2 harvn.	97	90		75
C2b.Sen sådd, sådjup 4 cm, 4 harvn.	101	96		71
A. Tidig sådd	100	100***	78***	97***
B. Normal såtid	101	100	52	97
C. Sen sådd	97	92	0	79
1. Sådjup ca 2 cm	100	100	61	93
2. Sådjup ca 4 cm	97	97	69	88
a. 2 harvn.	100	100	64	90
b. 4 harvn.	101	102	66	92

## 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)
R2-7223	Återpackning i sockerbetor	(2008)

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 2006-2009 delades rutorna så att spannmål 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 samspillet 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

Under 2006 till 2009 odlades vårsäd och våroljeväxter jämsides i dessa försök. Syftet var främst att jämföra reaktionen av oljeväxter och spannmål på olika bearbetningssystem. Resultaten presenteras här kortfattat, en mera utförlig redovisning kommer att göras i en slutrapport.

### Material och metoder

Jordbearbetning utförs med en traktor med en totalvikt på drygt 5000 kg. I plöjningsfria led användes Väderstad Cultus med fjädrande pinne och vriden spets, bearbetningsdjup 10-12 cm. 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

(641/91 och 642/97) och ett på lättare jord (643/97), ingår i serien. Försöken är fastliggande och startades våren 1997. År 1998 var första skördeåret enligt försöksplanen.

År 2006 odlades vårrybs/korn, 2007 vårrybs/havre, 2008 vårraps/korn och 2009 vårraps/havre.

Såbäddsberedning på våren har skett med en konventionell såbäddsharv och med samma antal harvningar i plöjda och plöjningsfria led (normalt 2-3 harvningar). Då det ansetts nödvändigt har harvens inställning ändrats för att ge samma bearbetningsdjup i samtliga led. Sådden har utförts med en Väderstad Rapid med skivbillar.

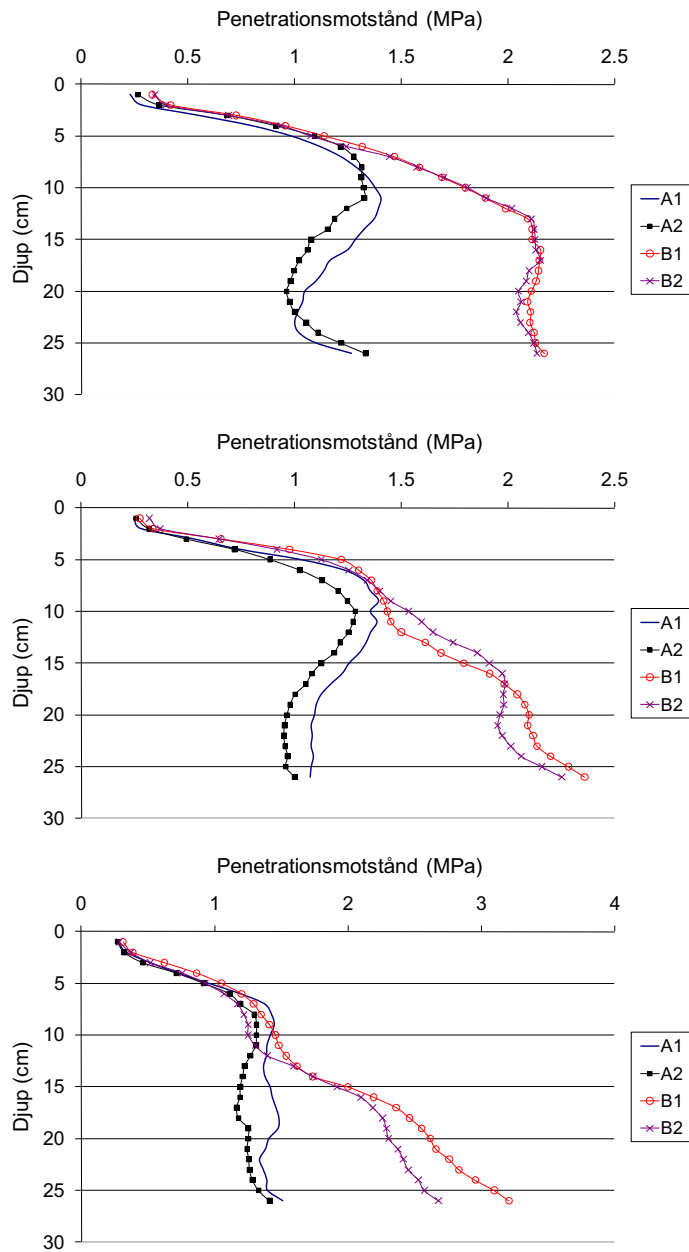
Penetrometermätningar gjordes i samtliga försök 19-20 maj 2008. Under 2006-2008 gjordes mätning av plantutveckling i samtliga försök. Detta innebar mätning av plantlängd, rotlängd, plantvikt, rotvikt och rötternas grenighet vid ett tillfälle på försommaren.

Planräkningar har gjorts efter slutlig uppkomst i två ramar à 0,25 m<sup>2</sup> per försöksruta (saknas från 2006).

### Resultat

#### *Penetrometermätningar*

Resultat av penetrometermätningar 2008 visas i figur 25. Det var mycket stor skillnad i penetrationsmotstånd mellan plöjda och ej plöjda led, medan det var små skillnader mellan led med olika marktryck. Trenden var densamma i båda försöken.



Figur 25. Penetrationsmotstånd i försök 641/97 (överst), 642/97 (mitten) och 643/97 (nederst) mätt 2008. A1=Plöjning, normala marktryck, A2=Plöjning, låga marktryck, B1=Ej plöjning, normala marktryck, B2=Ej plöjning, låga marktryck.

### Plantetablering

Plantetablering under de olika åren visas i tabell 44. Under 2006 och 2007 var perioden efter sådd inte lika torr som under 2008 och 2009, och gav därmed bättre förhållanden för groningen. År 2007 kom dock ett regn efter sådd som orsakade skorpa efter sådden. Denna bröts med en cambridgevält men gav ändå vissa effekter på uppkomsten, framförallt på oljeväxterna. Det blev tydligt mindre skorpa i de plöjningsfria leden, vilket

särskilt gynnade oljeväxter.

Uppkomsten av oljeväxter blev betydligt bättre under 2007 jämfört med 2008 och 2009, medan skillnaden i plantantal var mindre för spannmål.

I materialet finns en tydlig trend att uppkomsten varit sämre för oljeväxter i plöjningsfria led men inte för vårsäd, detta gäller också i serie R2-4027. I serie R2-7115 var plantantalet 6 % lägre för oljeväxter i plöjningsfria jämfört med plöjda led, medan antal spannmålsplantor var lika (tabell 45). Intressant att notera är

Tabell 44. Antal plantor (per m<sup>2</sup> och relativt) i serie R2-7115 2007-2009

	641		642		643		Medel	
	Oljev.	Vårsäd	Oljev.	Vårsäd	Oljev.	Vårsäd	Oljev.	Vårsäd
2007								
Plöjt	186	330	190	328	156	366	177	341
Ej plöjt	206	334	196	348	164	344	189	342
2008								
Plöjt	148	283	160	278	167	276	158	279
Ej plöjt	99	273	123	283	155	258	125	271
2009								
Plöjt	75	201	78	217	121	269	91	229
Ej plöjt	72	208	79	237	107	262	86	235
Medel (relativt)								
Plöjt	100	100	100	100	100	100	100	100
Ej plöjt	92	100	93	106	96	95	94	100

Tabell 45. Antal plantor (per m<sup>2</sup> och relativt) i serie R2-7115, medeltal för 2007-2009. Relativt, samtliga led

	641		642		643		Medel	
	Oljev.	Vårsäd	Oljev.	Vårsäd	Oljev.	Vårsäd	Oljev.	Vårsäd
Plöjt, normal	133	271	136	277	137	312	135	287
Plöjt, låg	106	100	110	98	116	95	110	97
Ej plöjt, normal	92	100	91	102	99	95	94	99
Ej plöjt, låg	97	100	104	106	108	89	103	99
Plöjt	100	100	100	100	100	100	100	100
Ej plöjt	92	100	93	106	96	95	94	100
Normal	100	100	100	100	100	100	100	100
Låg	106	100	112	101	113	94	110	98

också att för oljevaxter hade led med låga marktryck högre plantantal än led med normala marktryck (tabell 45). För spannmål fanns däremot ingen skillnad i plantantal mellan dessa led.

*Plantmätningar*

Från plantmätningarna visas av

utrymmesskäl här endast resultat avseende rotvikt för de olika leden, figur 26 och 27. Små skillnader uppmättes under 2006, i försök 641 var dock rotvikten lägre i plöjningsfria led. Under både 2007 och 2008 var rotvikten generellt sett lägre för plöjningsfria jämfört med plöjda led. De olika marktrycken har inte haft någon tydlig effekt på rottillväxten.

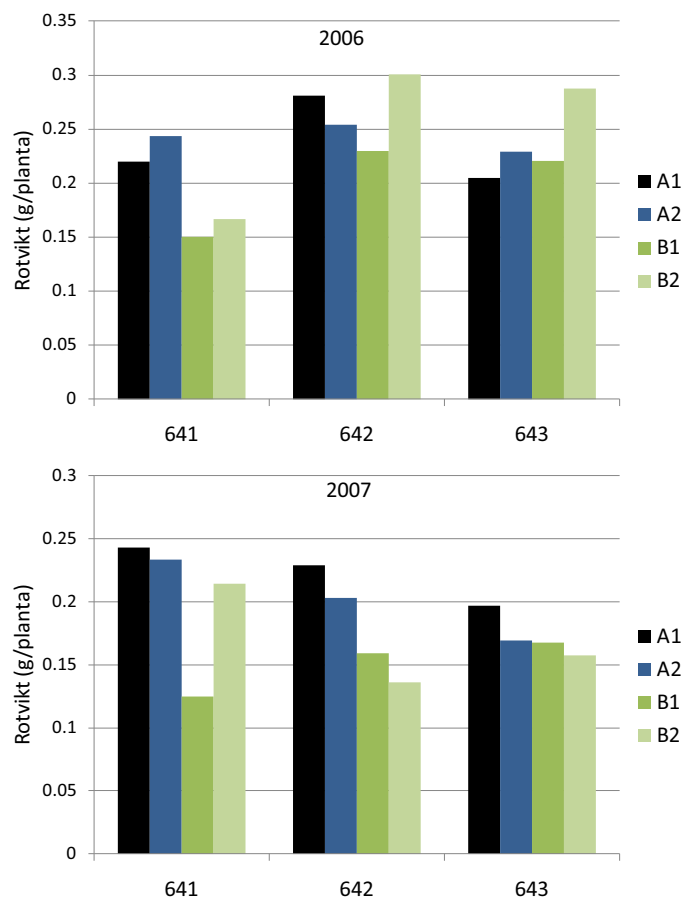


Fig 26. Rotvikt i serie R2-7115, 2006-2007. A1=Plöjning, normala marktryck, A2=Plöjning, låga marktryck, B1=Ej plöjning, normala marktryck, B2=Ej plöjning, låga marktryck.

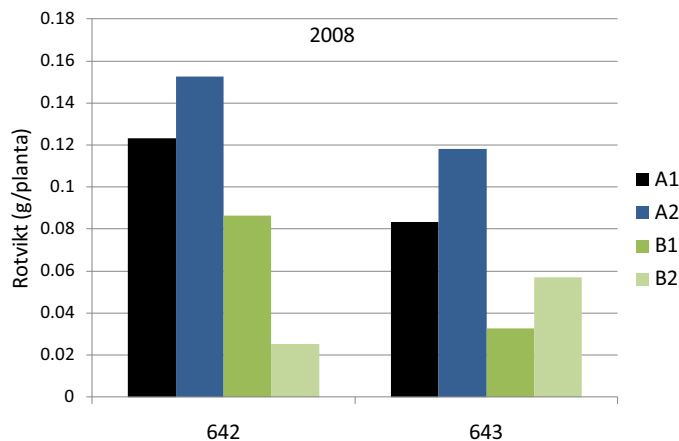


Fig 27. Rotvikt i serie R2-7115, 2008. A1=Plöjning, normala marktryck, A2=Plöjning, låga marktryck, B1=Ej plöjning, normala marktryck, B2=Ej plöjning, låga marktryck.

#### Skörd

Skörd för plöjt jämfört med plöjningsfritt enskilda år redovisas i tabell 46. Plöjningsfria led gav under 2006 och 2007 i medeltal högre skörd än led med plöjning, både för oljevaxter och spannmål. Detta gällde framförallt i försök 643/97, med lättast jord av de tre försöksplatserna. Under 2008 var däremot skörden av oljevaxter betydligt lägre i plöjningsfria jämfört med plöjda led i samtliga försök, vilket var kopplat till den dåliga etableringen detta år. Under 2009 var skördenivån hög i samtliga försök. Plöjningsfria och plöjda led gav ungefär samma skörd i försök 641/97 och 642/97, medan skörden av oljevaxter var lägre för plöjningsfritt i försök 643/97.

I medeltal för samtliga år har avkastningen för oljevaxter varit 4 procent lägre för plöjningsfritt jämfört med plöjt, medan den varit 2 procent högre för spannmål. Detta beror i huvudsak på den låga oljevaxtskörden i plöjningsfritt led under 2008.

I tabell 47 redovisas skörden från samtliga led i serie R2-7115, i medeltal för åren 2006-2009.

Resultatet pekar på en samspelseffekt mellan hjulutrustning och gröda: låga marktryck har i medeltal höjt skörden med 4 % för oljevaxter men endast 1 % för spannmål. Detta stämmer också överens med resultaten från planräkningarna, där låga marktryck i medeltal höjt plantantalet för oljevaxter jämfört med normala marktryck (dubbelmontage jämfört med enkla hjul).

Sammanfattningsvis visar försöken att plöjningsfri odling oftast fungerar väl till oljevaxter. Etableringen av oljevaxter var dock i genomsnitt sämre vid plöjningsfri odling än vid plöjning. Den sämre uppkomsten pekar på att det finns anledning att vara extra noggrann med såbäddsberedningen i plöjningsfria system. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018 67 11 72.

Tabell 46. Skörd (kg/ha och relativtal) i serie R2-7115 2006-2009, medeltal plöjda och plöjningsfria led

	641		642		643		Medel	
	Oljev.	Vårsäd	Oljeväxt	Vårsäd	Oljeväxt	Vårsäd	Oljeväxt	Vårsäd
<i>2006</i>								
Plöjt	1680	3300	2185	5000	2375	4645	100	100
Ej plöjt	107	102	105	108	105	101	106	104
<i>2007</i>								
Plöjt	1485	6850	1710	6385	2055	5245	100	100
Ej plöjt	98	102	95	102	116	112	103	105
<i>2008</i>								
Plöjt	1900	5760	2710	5145	2560	4975	100	100
Ej plöjt	86	101	71	93	86	103	81	99
<i>2009</i>								
Plöjt	2975	5500	3355	5860	2870	5540	100	100
Ej plöjt	100	100	98	101	90	100	96	100
<i>Medel</i>								
Plöjt	100	100	100	100	100	100	100	100
Ej plöjt	98	101	92	101	98	104	96	102

Tabell 47. Skörd (kg/ha och relativtal) i serie R2-7115 medeltal 2006-2009, samtliga led

	641		642		643		Medel	
	Oljev.	Vårsäd	Oljeväxt	Vårsäd	Oljeväxt	Vårsäd	Oljeväxt	Vårsäd
Plöjt, norm.=100	1898	5235	2458	5553	2418	5098	2258	5295
Plöjt, låg	112	104	103	102	104	100	106	102
Ej plöjt, normal	102	103	93	102	99	105	98	103
Ej plöjt, låg	105	103	93	102	101	103	100	103
<hr/>								
Plöjt	100	100	100	100	100	100	100	100
Ej plöjt	98	101	92	101	98	104	96	102
<hr/>								
Normalt tryck	100	100	100	100	100	100	100	100
Låga marktryck	107	102	101	101	103	99	104	101



# Återpackning till sockerbetor

Johan Arvidsson

Under 2009 genomfördes två försök med återpackning i sockerbetor; ett på Lönnstorp och ett på Ädelholm. Olika grad av packning erhöles med traktorhjul efter plöjning, djup kultivering och grund kultivering. Återpackning gav höjd skörd på Lönnstorp, med högst skörd efter tre överfarter med traktor. Grund kultivering gav klart lägre skörd än djupare bearbetning på Ädelholm.

## Inledning

Jordpackning inom jordbruket betraktas generellt som något negativt eftersom det bl.a kan leda till försämrade rottillväxt, syrebrist, vattenmättnad och sänkt skörd. Plöjning leder dock till en alltför kraftig luckring av jorden, och en viss återpackning efter plöjning ger därför ofta en skördehöjning. Detta har bekräftats både i svenska och utländska försök. Det är inte helt klart 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.

År 2009 genomfördes två försök i serie R2-7223 på moränlätteror med återpackning efter olika bearbetning föregående höst. Försöken genomfördes i sydvästra Skåne på Lönnstorp och Ädelholm med följande tvåfaktoriella plan:

A=plöjning till ca 20 cm  
B=kultivering till ca 20 cm  
C=kultivering till ca 10 cm

1=ingen återpackning  
2=1 överfart med traktor  
3=3 överfarter med traktor  
4=6-8 överfarter med traktor

Återpackning på våren gjordes med en traktor med en totalvikt på ca 6 ton och ett ringtryck på 60 kPa. Harvning anpassades ledvis för att ge en tillfredsställande såbädd i samtliga led. Sådden skedde med en konventionell betsåmaskin.

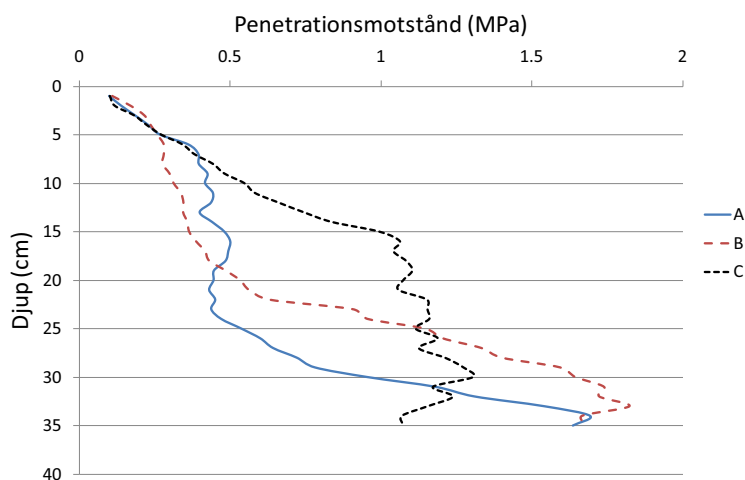
På hösten 2008, efter bearbetning, gjordes mätning av penetrationsmotstånd. Under sommaren 2009 togs cylindrar i samtliga rutor på 10-15 cm djup, 4 cylindrar per ruta.

## Resultat

Penetrationsmotstånd på hösten efter bearbetning visas i figur 28. De olika bearbetningsdjupen orsakade stora skillnader i penetrationsmotstånd mellan leden, både på Lönnstorp och Ädelholm. Skrymdensitet för samtliga led visas i tabell 48 och 49. Skrymdensiteten ökade med ökat antal överfarter, och var högre efter grund bearbetning. Det fanns också ett samspel mellan bearbetning och antal överfarter: i led med grund bearbetning var ökningen i skrymdensitet betydligt mindre än då marken plöjts.

Tabell 48. Skrymdensitet ( $g/cm^3$ ) på Lönnstorp 2009. Värden i samma rad eller kolumn som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ( $p < 0.05$ )

	Plöjn.	Kult	Kult.	Medel
	20 cm	10 cm		
0 överfarter	1,57	1,59	1,64	1,60b
1 överfart	1,55	1,62	1,63	1,60b
3 överfarter	1,60	1,63	1,65	1,63ab
6-8 överf.	1,66	1,66	1,64	1,65b
Medel	1,60b	1,62ab	1,64a	



Figur 28. Penetrationsmotstånd på Lönnstorp hösten 2008 efter bearbetning. A=plöjning, B=kultivering till 20 cm, C=kultivering till 10 cm.

Tabell 49. Skrymdensitet ( $g/cm^3$ ) på Ädelholm 2009. Värden i samma rad eller kolumn som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ( $p < 0.05$ )

	Plöjn.	Kult	Kult.	Medel
	20 cm	10 cm		
0 överfarter	1,56	1,57	1,73	1,62b
1 överfart	1,57	1,61	1,75	1,64b
3 överfarter	1,64	1,62	1,67	1,64b
6-8 överf.	1,70	1,77	1,68	1,71a
Medel	1,62b	1,64b	1,70a	

Skörd på Lönnstorp och Ädelholm presenteras i tabell 50 och 51. På Lönnstorp gav tre överfarter signifikant högre skörd än 0 eller 1 överfart, utan några tydliga skillnader i skörd mellan bearbetningssystemen. På Ädelholm fanns ingen positiv effekt av återpackning, men en klar skördesänkning för grund bearbetning.

Tabell 50. Skörd på Lönnstorp (ton socker/ha) 2009. Värden i samma rad eller kolumn som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ( $p < 0.05$ )

	Plöjn.	Kult	Kult.	Medel
	20 cm	10 cm		
0 överfarter	15,6	16	15,3	15,6b
1 överfart	14,7	15,7	15,8	15,4b
3 överfarter	16,7	15,8	16,3	16,3a
6-8 överf.	15,7	15,2	14,2	15,0b
Average	15,7	15,7	15,4	

Tabell 51. Skörd på Ädelholm (ton socker/ha) 2009. Värden i samma rad eller kolumn som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ( $p < 0.05$ )

	Plöjn.	Kult	Kult.	Medel
	20 cm	10 cm		
0 överfarter	14,0	13,6	12,8	13,5a
1 överfart	14,5	13,5	12,8	13,6a
3 överfarter	14,0	13,9	12,3	13,4a
6-8 överf.	12,8	12,7	11,5	12,3b
Medel	13,8a	13,4a	12,4b	

Sockerskörd som en funktion av skrymdensitet visas i figur 29. På Lönnstorp fanns ett positivt samband upp till en viss nivå av återpackning. På Ädelholm var sambandet negativt. För plöjning och djup kultivering var dock skrymdensiteten efter 0-3 överfarter i intervallet 1.55-1.65 g cm<sup>-3</sup>, där effekten på skörd var liten.

Sammanfattningsvis var sockerbetorna relativt okänsliga för packning i samband med vårbruket. På Ädelholm behövdes dock luckring i samband med primärbearbetningen. Kontaktperson är Johan Arvidsson, 018 67 11 72.

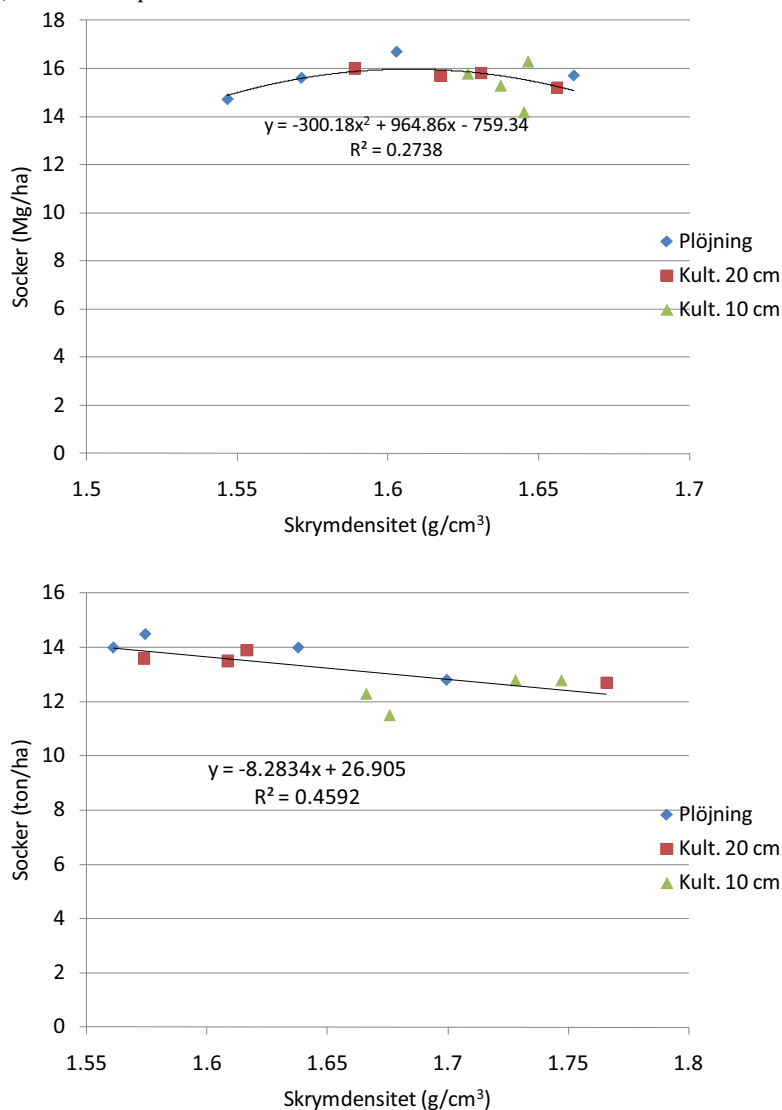


Fig. 29. Sockerskörd som funktion av skrymdensitet på Lönnstorp (överst) och Ädelholm.

## Eftermonterbara bandställ till konventionella lantbrukstraktorer

*J. Arvidsson, H. Westlin, T. Keller, M. Gillberg, A. Westlin*

**Syftet med denna undersökning var att jämföra marktryck, packning och dragkraftsuttag för bandställ, enkla hjul och dubbelmontage på en 85 kW traktor med en totalvikt på 7700 kg. Trycket var ungefär samma för bandställ och dubbelmontage på samtliga djup: 5, 15, 30 och 50 cm, medan det var betydligt högre för enkla hjul. Skrymdensitet och penetrationsmotstånd var också högst för enkla hjul. Slirning var lägst för bandställen. Bandställ kommer att göra störst nytta i de fall dubbelmontage inte kan användas. Trycket var ganska jämnt fördelat mellan fram- och bakkant på banden vilket är en fördel jämfört med enkla band, som ofta har en ojämn tryckfördelning.**

### Introduktion

Under många år har lantbruket gått mot allt större och tyngre traktorer. Fördelen är att dessa är starkare och kan utföra mer arbete på kortare tid. Men tyvärr är också storleken en nackdel då den allt högre vikten ökar risken för skadlig markpackning. Den ökande motorstorleken på traktorerna ökar också kraven på att överföra kraften från motorn till dragkraft, dvs. använda däcksutrustning eller band som kan utnyttja traktorens ökade effekt. Idag går det att eftermontera 4 stycken separata bandställ på en konventionell lantbrukstraktor, vilket skapar intressanta möjligheter för lantbruket.

Den maximala dragkraft som kan fås från ett hjul eller band kan beräknas med hjälp av analytiska eller empiriska modeller (Tiwari et al., 2009). En enkel analytisk lösning för den maximala dragkraften baseras på hjulets understödsyta, normalspänningen i understödsytan, samt jordens skjuvhållfasthet och interna friktionsvinkel (Koolen och Kuipers, 1983). En ökad understödsyta medför sänkt normalspänning men leder ändå till ett ökat maximalt dragkraftsuttag eftersom jordens skjuvhållfasthet utnyttjas över en större yta.

Risken för jordpackning kommer att bero på vilket tryck marken utsätts för. Trycket på olika djup kan beräknas med hjälp av maskinens tyngd och fördelningen av trycket i understödsytan (Söhne, 1958). Som en tumregel kan maximala trycket i

markytan under ett hjul uppskattas till 1,5 x ringtrycket (Bailey m.fl., 1992, Burt m.fl., 1992, Arvidsson och Keller, 2007; Schjønning m.fl., 2008). Uppmätt maxtryck under ett band kan dock vara flera gånger högre än det genomsnittliga trycket, beräknat som traktorns tyngd dividerat med bandens understödsyta. Detta beror på ojämn tryckfördelning i längs- och sidled, framförallt beroende på svårigheten att fördela traktorns tyngd jämnt över banden då man tar ut dragkraft (Blunden m.fl., 1992; Tijink, 1994; Keller, m.fl., 2002).

Tidigare jämförelser mellan band- och hjultraktorer har visat att bandtraktorer i regel gett upphov till lägre packning än jämförda konventionella lantbrukstraktorer, (Brown m.fl., 1992; Kinney m.fl., 1992, Erbach m.fl., 1991). Ansorge och Godwin (2010) visade att markens deformation under ett band med lasten 12 ton var ungefär samma som för ett enkelt hjul med en tredjedel av lasten. Detta gällde vid mätningar i markytan såväl som på olika djup i marken, ner till ca 50 cm djup.

Syftet med det projekt som presenteras här var att studera marktryck, jordpackning och dragkraftsuttag för eftermonterbara bandställ jämfört med konventionell däcksutrustning. Projektet gjordes i samarbete med JTI, som i första hand utförde mätningar av slirning. Bandställen tillhandahölls av Soucy Sweden AB. Studien finns också publicerad i en slutrapport från JTI.

## Materiel och metod/Genomförande

### Traktorer

För projektets genomförande användes två stycken John Deere 6430 Premium (Märkeffekt 120 hk 97/68 EC). En av traktorerna var utrustad med Soucy ST 600 bandställ och den andra var utrustad med ordinära lantbruksdäck. Traktorn var utrustad med Trelleborg TM 700, fram 420/70 R28 och bak 520/70 R38. Som dubbelhjul (användes endast bak) användes Good Year DT 810 520/70 R38. Samtliga däck var radialdäck.

För att mätningarna avseende både dragkraft och marktryck skulle bli så rättvisande som möjligt vägdes traktorerna och hjultraktorn lastades sedan för att ha

samma axelbelastningar som bandtraktorn. Vikten på framaxel och bakaxel var därför 3000 respektive 4700 kg vid samtliga mätningar. Utan vikter vägde traktorn totalt 5700 kg med enkla hjul och 6250 kg med dubbelmontage.

För mätningarna avseende dragkraft belastades traktorn med olika redskap: detta var dock inte tekniskt möjligt vid mätningar för marktryck och deformation. Därför kopplades en annan traktor (MF 6290) i en stropp bakom den aktuella traktorn. Med ilagd handbroms fick detta symbolisera ett redskap, belastningen uppmättes till 45 kN. Beroende på om mätningar skedde med eller utan belastning användes ringtryck enligt tabell 52. I samtliga mätningar kördes traktorerna med fyrhjulsdriften inkopplad.

Tabell 52. Använda ringtryck (bar). (För band anges tyngd/ understödsyta)

	Obelastat		Belastat	
	Fram	Bak	Fram	Bak
Enkelhjul	0,7	0,6	0,7	1,2
Dubbelhjul	0,7	0,4	0,7	0,6
Band	0,3	0,3	0,3	0,3

### Dragkraft

#### Dragkraftssensor

Däck eller bandutrustningens förmåga att överföra dragkraft testades genom att registrera kraften ut från traktorns dragkrok och parallellt registrera traktorns slirning mot underlaget.

Ett specialbyggt lantbruksdrag anpassades för att passa den aktuella traktormodellen. I draget användes en kopplingsprint med inbyggd dragkraftssensor bestående av två spolar. Över primärspolen läggs en spänning vilket medför en induktans i sekundärspolen. Spänningen som alstras i sekundärspolen är proportionell mot dragkraften (F) som påverkar kopplingsprinten

### Slirning

Genom att med GPS registrera traktorns verkliga hastighet och samtidigt registrera hastigheten på utgående axel kan traktorns slirning mot underlaget beräknas. Hjulhastighet registrerades med hjälp av en pulsräknare placerad vid traktorns kardanaxel. För att omsätta antal varv på kardanaxeln till hjulhastighet kördes traktorn på ett fast underlag (asfalt) och pulsräknaren kalibrerades mot GNSS-mottagaren, under antagande att slirningen var 0.

### Körningar i fält

Signalerna från dragkraftssensorn och uppgifter för att beräkna slirningen loggades i en logger (IPETRONIC) för senare databearbetning. Körningar i fält genomfördes vid två tillfällen på olika underlag. Till traktorn kopplades ett

redskap, vilket ansattes i 4 olika lägen, för att ge olika nivåer av dragkraftbehov. Våren 2009 (5-6 maj) kördes på ett plöjt och harvat fält med styv lera på Ultuna, Uppsala. I kopplingsprinten hängdes en 6 meter bred harv och körningarna genomfördes med 6 stycken 100 meter långa drag för varje belastningsläge. Hösten 2009 (2-3 september) kördes på ett tröskat men obearbetat fält med styv lera på Lövsta, Uppsala. I kopplingsprinten hängdes en 3 meter bred kultivator. Körningarna genomfördes med 2 stycken 200 meter långa drag för varje belastningsläge.

### **Marktryck och deformation**

#### *Mätning av tryck*

Marktryck för band och hjul mättes vid samma tillfällen som mätningarna av dragkraft. På våren 2009 gjordes mätning av tryck på olika djup enligt den metod som presenterades av Arvidsson och Andersson (1997). Sensorer installerades på olika djup från en grävd grop. Marken överfors sedan med de olika kombinationerna av hjul och band, med och utan belastning:

- A) Bandtraktor, belastad
- B) Dubbelmontage, belastad
- C) Enkla hjul, belastad
- D) Bandtraktor, obelastad
- E) Dubbelmontage, obelastad
- F) Enkla hjul, obelastad

Marken överfors av samtliga kombinationer A-F för varje installation, med olika turordning mellan leden. Mätningar gjordes med fyra installationer, som betraktades som upprepningar (block).

Vid mätningarna på hösten gjordes mätningar med ytligt placerade lastceller. Ca 5 cm jord grävdes bort, varefter 4 sensorer placerades ut, två mitt under

spåret och två med 7 cm mellanrum vinkelrätt mot körriktningen. Gropen återfylldes sedan med lös jord. Sammanlagt gjordes 3-4 mätningar för vart och ett av leden A-F. För varje ny mätning grävdes sensorerna upp och installerades om.

#### *Penetrationsmotstånd, skrymdensitet och genomsläpplighet*

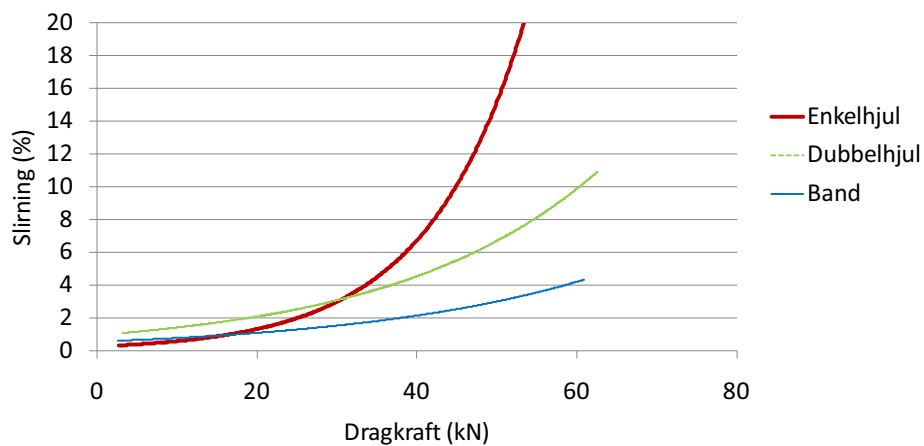
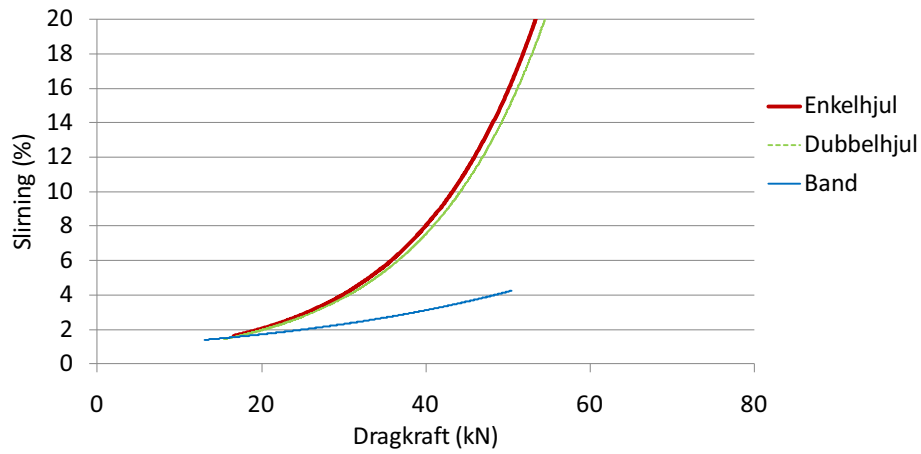
På hösten 2009 gjorde också mätningar av penetrationsmotstånd, skrymdensitet och genomsläpplighet. Leden A-F lades ut genom körning i 6 m breda försöksrutor, i ett randomiserat blockförsök med fyra upprepningar. För obelastad traktor gjordes mätningar för traktorns bakaxel. Traktorn backades fram och tillbaka två gånger, mätningar gjordes sedan där marken endast varit överfaren av bakhjulen respektive det bakre bandstället med sammanlagt fyra överfarter. För belastad traktor släpades en traktor enligt beskrivning ovan; detta gjordes två gånger i samma spår. Mätningar gjordes sedan efter två överfarter med både fram- och bakaxel.

Pentrometermätning gjordes med en Eijkelkamp Penetrologger till 30 cm djup. Tio stick gjordes i varje ruta, varav 5 mitt i körspåret och 5 ca 15 cm vid sidan av mitten.

### **Resultat**

#### **Dragkraft**

Resultatet från de olika körningarna, vår och höst, visade att bandställen slirade betydligt mindre än de båda hjulalternativen (figur 30). Vid mätningarna på våren fanns det ingen skillnad mellan enkla hjul och dubbelmontage, medan skillnaden på hösten var tydlig. För ett givet värde på dragkraftsuttag var slirningen lägre på hösten än på våren.



Figur 30. Slirning vid olika dragkraftsuttag med harv på våren (överst) och kultivator på hösten.

### Marktryck och deformation

I figur 31 visas genomsnittligt uppmätt tryck på 15, 30 och 50 cm djup. Trycket under enkelhjulet var betydligt högre än för

banden och dubbelmontaget på samtliga djup. Det finns en tendens till högre tryck för dubbelmontaget jämfört med band på 15 cm djup men skillnaderna var ej signifikanta.

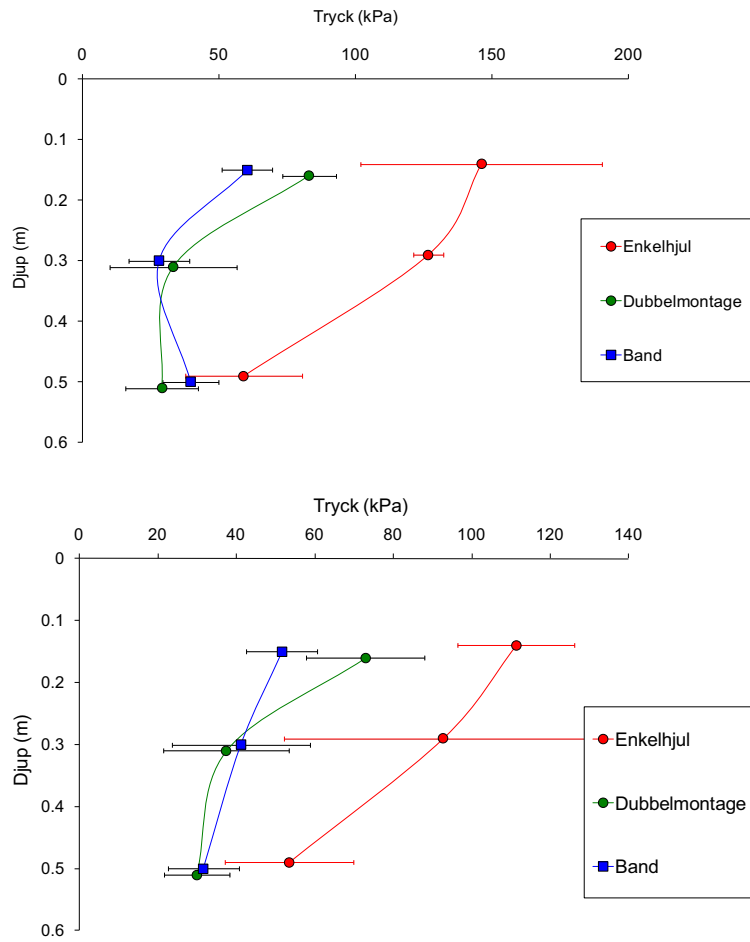
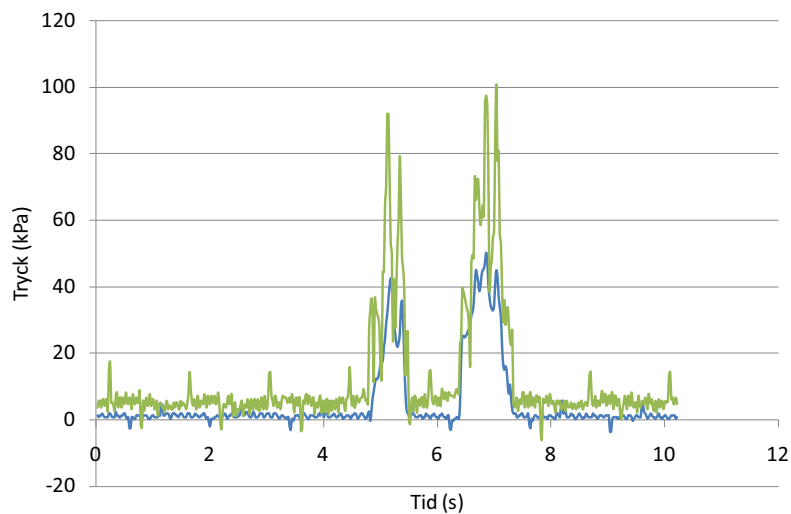


Fig 31. Uppmätt marktryck på 15, 30 och 50 cm djup. Överst belastad traktor, underst obelastad traktor.

Ett exempel på tryckmätning under bandställen visas i figur 32. Trycket var relativt jämnt fördelat i längsled, men

bandets stödhjul kan tydligt urskiljas som lokala trycktoppar under bandet.





Figur 32. Exempel på mätning av marktryck på 5 cm djup för främre och bakre bandställ (utslag från två sensorer).

#### Penetrationsmotstånd

Resultat från mätning av penetrationsmotstånd visas i figur 33 för obelastad traktor. Mätningarna överensstämmer med tidigare resultat, med betydligt högre motstånd för enkelhjulet än för band och dubbelmontage, som inbördes hade mycket små skillnader.

Penetrationsmotståndet var signifikant högre för enkelhjulet jämfört med band och hjul på djupen 13-20 cm. Penetrationsmotståndet var signifikant högre för belastad jämfört med obelastad traktor på 1-11 cm djup (data visas ej).

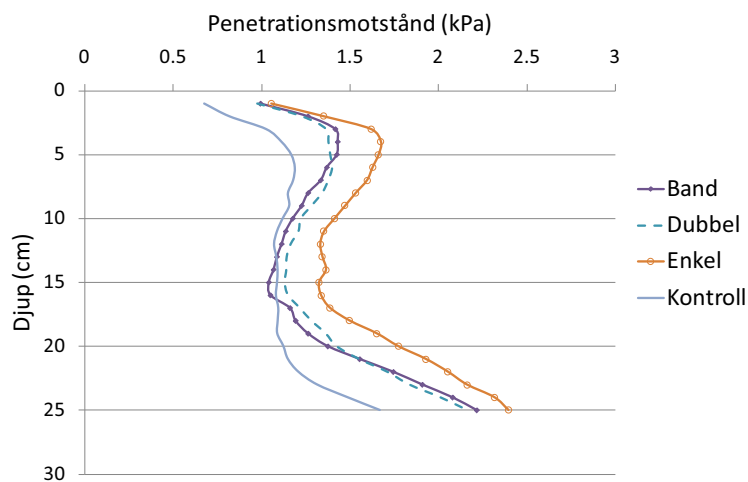
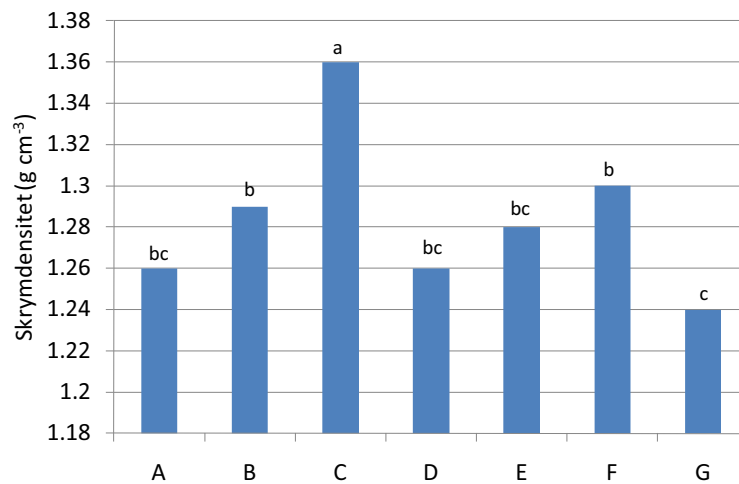


Bild 33. Penetrationsmotstånd för obelastad traktor.

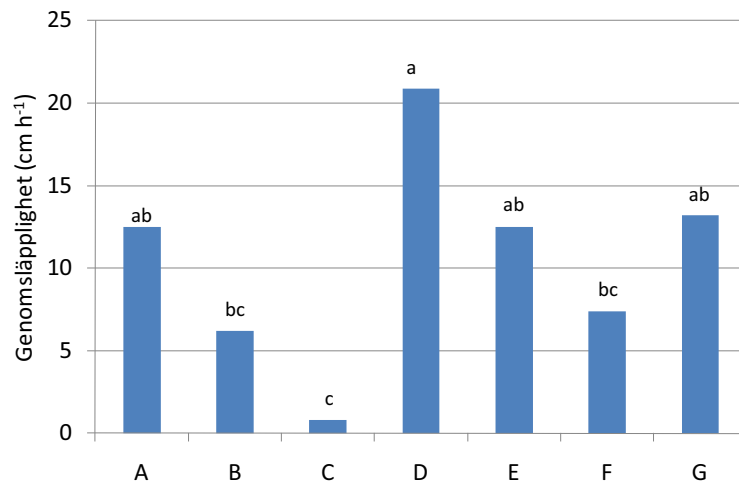
### Skrymdensitet och genomsläpplighet

Markens torra skrymdensitet och mättade genomsläpplighet visas i figur 34 och 35. Mönstren var tydliga för båda dessa egenskaper. Banden gav den lägsta skrymdensiteten, dock ej signifikant skild från dubbelmontaget. Enkelhjul i kombination med belastad traktor gav signifikant högre skrymdensitet än övriga

led. Körning med band gav en väldigt liten förändring i skrymdensitet jämfört med kontrolledet (ingen körning), dvs en mycket liten påverkan på marken. Mönstret var omvänt för den mättade genomsläppligheten, med lägst värden för enkla hjul och belastad traktor. Körning med band och dubbelmontage gav ingen signifikant förändring av genomsläppligheten jämfört med kontrolledet.



Figur 34. Torr skrymdensitet i skiktet 5-10 cm efter körning på hösten 2009. A=bandtraktor, belastad, B=dubbelmontage, belastad, C=enkla hjul, belastad, D=bandtraktor, obelastad, E=dubbelmontage, obelastad, F=enkla hjul, obelastad, G=kontroll.



Figur 35. Mättad genomsläpplighet i skiktet 5-10 cm efter körning på hösten 2009. A=bandtraktor, belastad, B=dubbelmontage, belastad, C=enkla hjul, belastad, D=bandtraktor, obelastad, E=dubbelmontage, obelastad, F=enkla hjul, obelastad, G=kontroll.

## Slutsatser/Diskussion

Den lägre slirningen för band jämfört med hjul stämmer väl överens med tidigare undersökningar, t.ex. av Okello m.fl. (1994). Vid vårmätningen erhöles ingen skillnad i slirning mellan de enkla hjulen och dubbelmontaget, medan skillnaden var tydlig vid mätningen på hösten. En förklaring kan vara att mätningar på våren gjordes i lös, bearbetad jord. I praktiken blev därmed kohesjonen låg, trots att mätningen utfördes på en styv lera, och den ökade understödsytan ledde därmed inte till ökad dragkraft. Mätningarna på hösten utfördes däremot i tidigare obearbetad jord, vilket gav en högre kohesion och en tydlig effekt av ökad understödsyta. Slirningen vid ett givet dragkraftsuttag var också lägre på våren än på hösten, vilket också pekar på bättre förhållanden för att ta ut dragkraft.

En nackdel vid mätningarna var att traktorns motorstyrka inte räckte till att för att uppnå hög slirning med banden. Traktorns effekt var med andra ord inte tillräckligt hög för att utnyttja möjligheten att ta ut dragkraft. Om man ska montera band på en traktor bör denna därför ha en hög effekt, annars kommer potentialen att ta ut dragkraft inte att utnyttjas.

Ur packningssynpunkt var bandställen i denna undersökning jämförbara med dubbelmontage, medan enkla hjul gav betydligt större marktryck och packning. När det gäller skrymdensitet och genomsläpplighet fanns också en tendens till lägre packning för bandställe jämfört med dubbelmontage, men skillnaderna var ej signifikanta. Detta stämmer också med mätningar av Blunden m.fl. (1994), som fick ungefär samma penetrationsmotstånd och skrymdensitet för band som för dubbelmontage.

## Referenser

Ansorge, D., Godwin, R.J., 2010. Soil density increases resulting from alternative tire and rubber track configurations in laboratory and field conditions. In Soil Engineering, Soil Biology 20 (Eds. A.P. Dedousis and T. Bartzanas). Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

Den beräknade understödsytan för banden var betydligt större än för hjul, trots detta uppmättes ej ett lägre tryck i marken för band än för dubbelmontage. En förklaring kan vara att tryckfördelningen är mer ojämn för band än för däck (Keller m.fl., 2002). Figur 32 visar också att trycket var ojämnt fördelat under bandet, med betydligt högre tryck under bandets stödrullar. Trycket var dock relativt jämnt fördelat mellan bandets främre och bakre del. Detta kan förklaras med bandställets infästning, som tillåter det att vridas kring bakaxeln. Traditionella långsgående band som är monterade på fasta bärhjul och stödrullar, är betydligt känsligare för hur tyngden är fördelad utmed traktorn, vilket påverkas bl.a. av dragkraftsuttaget (Keller m.fl., 2002).

Det uppmätta trycket i marken var högst för enkelhjul på samtliga djup. Enligt den vanligaste modellen för tryckutbredning (Söhne, 1958) avtar effekten av ökad anliggningsyta med djupet. Tidigare mätningar av Keller och Arvidsson (2004) visade dock att ner till ca 50 cm djup verkar hjulen i ett dubbelmontage i huvudsak som enskilda hjul. I kombination med sänkt tryck i anliggningsytan ger därför band såväl som dubbelmontage sänkt marktryck både i matjord och alv. Blunden et al. (1994) uppmätte ungefär samma tryck för band som för dubbelmontage på 150 och 300 mm djup, men lägre för band på 400 och 500 mm djup, i motsats till våra mätningar.

Med avseende på jordpackning måste man också ta hänsyn till bandställets egenvikt, vilket ökar traktorns tyngd. Om den högre vikten ej behövs för att ta ut dragkraft medför den en onödig belastning av marken. Om banden ska monteras på en konventionell traktor bör denna därför ha en hög effekt i förhållande till vikten.

- Arvidsson, J. & Andersson, S. 1997. Determination of soil displacement by measuring the pressure of a column of liquid. Proceedings of 14th International Conference of ISTRO, Pulawy, Poland.
- Arvidsson, J., Keller, T., 2007. Soil stress as affected by wheel load and tyre inflation pressure. *Soil and Tillage Research*, 96, 284-291.
- Bailey, A.C., Raper, R.L., Burt, E.C., Johnson, C.E., Way, T.R., 1992. Soil stresses under tires with low inflation pressure. ASAE meeting presentation no. 92-1581.
- Blunden, B.G., McLachlan, C.B., Kirby, J.M., 1992. A recording system for measuring in situ soil stresses due to traffic. *Soil Tillage Res.* 25, 35-42.
- Brown, H.J., Cruse, R.M., Erbach, D.C., Melvin, S.W., 1992. Tractive device effects on soil physical properties. *Soil Tillage Res* 22, 41-53.
- Burt, E.C., Wood, R.K., Bailey, A.C., 1992. Some comparisons of average to peak soil-tire contact pressures. *Transaction of the ASAE*, 35, 401-404.
- Danfors, B. 1980. Däck för traktorer och redskap Dragkraft slirning markskador. Jordbrukstekniska Institutet. Meddelande nr 386. Uppsala.
- Erbach, D.C., 1994. Low ground pressure equipments fleets for crop production. ASAE Paper No. 91-1517.
- Keller, T., Trautner, A. & Arvidsson, J. 2002. Stress distribution and soil displacement under a rubber-tracked and a wheeled tractor during ploughing, both on-land and within furrows. *Soil and Tillage Research* 68 (1), 39-47.
- Keller, T. & Arvidsson, J. 2004. Technical solutions to reduce the risk of subsoil compaction: Effects of dual wheels, tandem wheels and tyre inflation pressure on stress propagation in soil. *Soil and Tillage Research* 79 (2), 191-206.
- Kinney, G.R., Erbach, D.C., Bern, C.J., 1992. Soil strain under three tractor configurations. *Trans ASAE* 35 (4):1135-1139.
- Silfvernagel, H. 2009. Storskaliga skjuvförsök på grovkornig jord. Luleå Tekniska universitet. Examensarbete 2009:057 CIV. Luleå.
- Schjønning, P., Lamande, M., Tøgersen, F.A., Arvidsson, J., Keller, T. 2008. Modelling effects of tyre inflation pressure on the stress distribution near the soil-tyre interface. *Biosystems engineering*, 119 – 133.
- Söhne, W., 1958. Fundamentals of pressure distribution and compaction under tractor tires. *Agric. Eng.*, 39, 276-281.
- Tijink, F.G.J., 1994. Quantification of vehicle running gear. In: Soane, B.D. and van Ouwerkerk, C. (Eds.), *Developments in Agricultural Engineering*, 11. Soil compaction in crop production. Elsevier, Amsterdam, 391-415.

## VÄXTNÄRINGSUTLAKNING OCH EROSION

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

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

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

R2-4052	Etablering av höstgrödor – strategier för minskat växtnäringssläckage
R2-8402-05	Grön mark och N-utlakning
R2-8407	Kväveeffektiv jordbearbetning
R2-8408	Jordbearbetning-kväveutlakning på lerjord

## 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. 2006 fick försöket 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 bortförsel 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 53). 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. Under perioden 2004-2009 har insådd av en fånggröda i vårplöjt led generellt lett till lägre mineralkvävemängder över hela året än enbart vårplöjning (figur 36). Nerbrukning av fånggröda på våren har skilt sig från nerbrukning på hösten främst genom betydligt lägre mineralkvävemängder på våren. I medeltal har det handlat om 26 kg. Något som emellertid inte ser att ha påverkat skörden negativt.

De senaste åren har varit lite speciella vad gäller kvävedynamiken i marken under vintern, eftersom mineralkväveinnehållet ökat ovanligt mycket från provtagningen i december och fram till våren. Även de tidigt bearbetade leden har haft en ökning vilket inte brukar vara fallet. Liknande resultat fick vi i det intilliggande försöket R2-8407. Genom mätningar i intilliggande försök vet vi att avrinningen under dessa vintrar inte varit onormalt låg varför dessa resultat inte kan förklaras med låg

Tabell 53. Skörd ( $kg\ ha^{-1}$  och relativt) åren 2006-2009

År, gröda	A	B	C	D	E	F
2006, vårkorn	2860=100	135	127	100	115	100
2007, havre	2682=100	101	111	123	148	132
2008, vårraps	1650=100	98	97	86	116	114
2009, vårvete	4030=100	102	84	72	112	94
Medel	100	109	105	95	123	110

(A = Tidig höstplöjning, halmen nedbrukas, B = Tidig höstplöjning, halmen bortföres, C = Sen höstplöjning, halmen nedbrukas, D = Sen höstplöjning, fånggröda, halmen nedbrukas, E = Vårplöjning, fånggröda, halmen nedbrukas, F = Vårplöjning, halmen nedbrukas.)

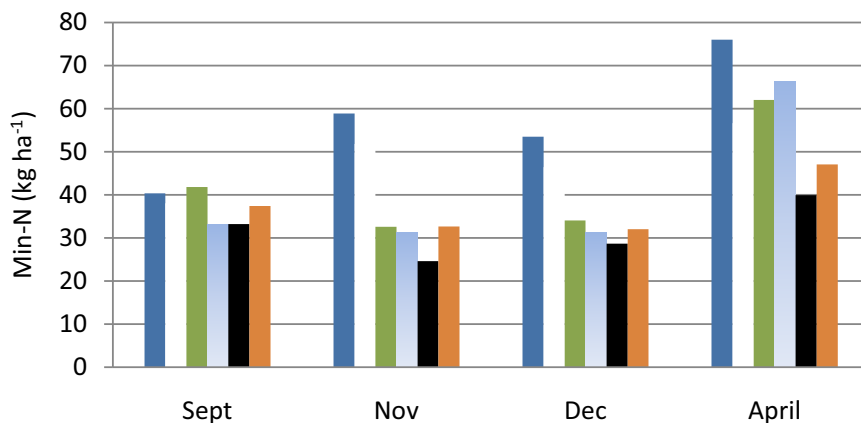
avrinning utan snarare tycks bero på en hög mineralisering.

Jämför man de tre leden sen nerbrukning av fånggröda på hösten, nerbrukning av fånggröda på våren och vårplöjning utan fånggröda har ökningen av kväve i marken under vintern varit markant större för sen höstnerbrukning av fånggröda än för de övriga. Vårplöjning både med och utan fånggröda har alltså varit ett bättre alternativ än sen höstnerbrukning av fånggröda när det gäller att minska kväveutlakningen. De tre leden ligger visserligen på ungefär samma nivå vid de

sena höstmätningarna men ledet där fånggröda brukas ner sent på hösten drar sedan iväg under vintern.

Studierna av hur inblandning av halm påverkar mängderna mineralkväve i marken fortsätter. Under samtliga höstar 2005-2008 var halterna högre efter inbrukning än efter bortförel. Det är en trend vi kunnat se och som håller i sig.

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



Figur 36. Mineralkväve ( $\text{kg N ha}^{-1}$ ) i marken i 0-90 cm i de olika bearbetningsleden i försök R2-8405, Mellby, Halland vid provtagning hösten 2004 – december 2008 (A = Tidig höstplöjning, halmen nedbrukas, B = Tidig höstplöjning, halmen bortförel, C = Sen höstplöjning, halmen nedbrukas, D = Sen höstplöjning, fånggröda, halmen nedbrukas, E = Vårplöjning, fånggröda, halmen nedbrukas, F = Vårplöjning, halmen nedbrukas.)

## Kväveeffektiv jordbearbetning

*Åsa Myrbeck*

**Två olika jordbearbetningssystem jämförs i en sexårig växtföljd på en grovmjord i Halland. Under den första växtföljdsomgången har skillnaderna i kväveutlakning varit stora mellan systemen och försöket visar att det är möjligt att spara kväve genom att anpassa metoderna för jordbearbetning till växtföljden. Det har nu gått tre år på den andra växtföljdsomgången.**

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

Dessa aspekter belyser vi i ett fältförsök på Mellby i serie **R2-8407**. Sex rutor har specialtäckdikats på Mellby i Halland. I försöket jämförs två olika jordbearbetningssystem med tre upprepningar. Det ena (A) systemet betraktas som konventionellt och det andra (B) som ett kväveeffektivt system (tabell 54). Mängden dräneringsvatten från respektive ruta mäts och analyseras på kväveinnehållet. Likaså bestäms mineralkväveinnehåll i markprofilen och kväveinnehållet i grödorna i försöket. Resultaten från den första växtföljdsomgången (00/01–05/06) är nu klara. Det har visat sig att det är mycket stora skillnader i kväveläckage mellan systemen (figur 37). Där vi har satt in åtgärder för att minimera läckaget har det minskat till hälften. Under hela den första växtföljdsomgången läckte det sammanlagt 97 kg mindre kväve (räknat per hektar) från det kväveeffektiva systemet än från det konventionella. De mätningar av mineralkväveinnehållet i marken som gjorts har visat mycket god överensstämmelse med utlakningen, mycket kväve i marken – stor utlakning och små mängder i marken – liten utlakning. Nivåerna av mineralkväve i marken har varit lägre i det kväveeffektiva systemet än i det

konventionella under framförallt höst och vinter. De åtgärder som vidtagits i det kväveeffektiva systemet har minskat mineraliseringen (figur 38) och samtidigt bidragit till att skjuta mineraliseringen några månader framåt i tiden vilket gjort det mineraliserade kvävet mindre utsatt för läckage. Nettomineraliseringen av kväve var lägre under hösten i det kväveeffektiva systemet medan den var ungefär lika stor i båda systemen under vintern och våren.

Tre år under den första växtföljdsomgången var skörden högre i det konventionella systemet och tre år var den högre i det kväveeffektiva systemet (tabell 55). I genomsnitt var skörden av spannmålskärna 5 % lägre i det kväveeffektiva systemet. Förklaringen var förmodligen att en del av de metoder som tillämpades, t ex vårplöjningen, gynnade tillväxten av kvickrot. Detta ökade också behovet av kemisk bekämpning.

Tidig direktsådd av höstvetete istället för senare sådd efter plöjning minskade t ex läckaget med 11-15 kg nitratkväve och fånggröda och vårplöjning med 20-23 kg. Störst effekt gav tidig direktsådd av höstvetete efter vallbrott. Räknar man ut hur mycket kväve som har läckt i förhållande till hur mycket spannmål som har producerats under en växtföljd blir det 8,3 kg per ton spannmål i det konventionella systemet och 4,3 kg per ton spannmål i det kväveeffektiva systemet. Resultaten visar att det är möjligt att spara kväve genom en hel växtföljd utan större skördeminskningar om metoderna för jordbearbetning anpassas till växtföljden. Försöket ska löpa en växtföljdsomgång till.



Tabell 54. Växtföljd och jordbearbetning i försöket R2-8407 under den första och delar av den andra växtföljdsomgången

År1)	Gröda - skördeår	A. Konventionellt jordbearbetningssystem	B. Kväveeffektivt jordbearbetningssystem
00/01	Vårkorn med insädd -01	Tidig stubbearbetning -00. Sen höstplöjning. Sådd av huvudgröda och klöver/gräs-blandning vid normal såtid -01.	Fånggrödan växer under hösten. Vårplöjning med tiltpackare -01. Tidig sådd av huvudgröda och klöver/gräsblandning -01.
01/02	Gröngödsling <sup>1</sup> -02	-	-
02/03	Höstvete -03	Brytning av vall i augusti. Sådd av höstvete sent i sept -02..	Brytning av vall samtidigt som i A. Sådd av höstvete efter en vecka. Insädd av engelskt rajgräs i höstsåden på våren-03.
03/04	Vårkorn med insädd -04	Tidig stubbearbetning -03. Sen höstplöjning. Sådd av huvudgröda och engelskt rajgräs vid normal såtid -04.	Fånggrödan växer under hösten -03. Vårplöjning med tiltpackare -04. Tidig sådd av huvudgröda och engelskt rajgräs -04.
04/05	Vårplöjväxter -05	Sen höstplöjning -04.	Vårplöjning med tiltpackare -05.
05/06	Höstvete -06	Plöjning genast efter skörd -05. Sådd av höstvete sent i sept.	Direktsädd av höstvete tidigt i sept -05. Insädd av engelskt rajgräs i höstsåden på våren -06.
06/07	Vårkorn med insädd -07	Sen höstplöjning -06. Sådd av huvudgröda och klöver/gräs-blandning vid normal såtid -07.	Fånggrödan växer under hösten -06. Vårplöjning med tiltpackare -07. Tidig sådd av huvudgröda och klöver/gräsblandning -07.
07/08	Gröngödsling <sup>2</sup> -08	-	-
08/09	Höstvete-09	Brytning av vall i augusti. Sådd av höstvete sent i sept -08.	Brytning av vall samtidigt som i A. Sådd av höstvete efter en vecka. Insädd av engelskt rajgräs i höstsåden på våren-09.
09/10	Vårkorn med insädd -10	Tidig stubbearbetning -09. Sen höstplöjning. Sådd av huvudgröda och engelskt rajgräs vid normal såtid -10.	Fånggrödan växer under hösten -09. Vårplöjning med tiltpackare -10. Tidig sådd av huvudgröda och engelskt rajgräs -10.

<sup>1</sup> Hydrologiska år, 1 juli – 31 juni.

Tabell 55. Skörd (kg ha<sup>-1</sup>) i försök R2-8407 år 2000-2009 (gröngödslingsgrödan år 2002 är inte medräknad i medelvärdet). Led A: Konventionell bearbetning, Led B: Kväveeffektiv bearbetning

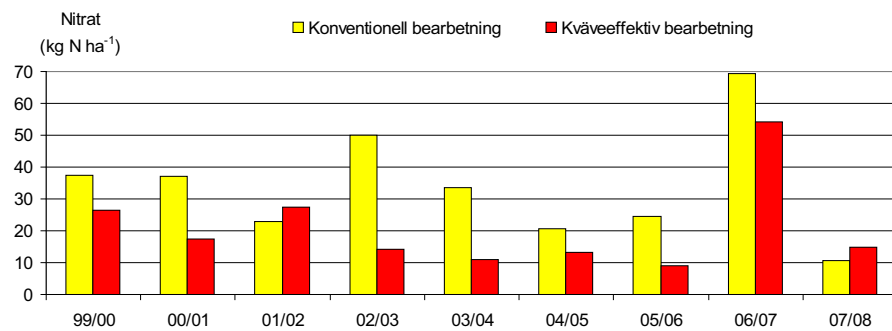
Led	Hvete 2000	Vårkorn 2001	Gröng.-vall 2002 <sup>1</sup>	Hvete 2003	Vårkorn 2004	Vårapps 2005	Hvete 2006	Vårkorn 2007	Gröng.-vall 2008 <sup>1</sup>	Hvete 2009	Medel 2000-2009
A	6140	5030	2100	4370	4840	2463	5747	4070	1352	5660	4790
B	6490	4920	2272	2880	4690	2663	2677	4050	1329	5960	4290
Signifikans	n.s. (LSD 520)	*		** (LSD 640)	n.s. (LSD 410)	n.s. (LSD 440)	** (LSD 560)	n.s. (LSD 190)		n.s. (LSD 1020)	

Direktsådden av höstvet i det kväveeffektiva ledet gav dock en väl etablerad gröda och skörden såg inte ut att påverkas negativt av rajraset som såddes in på våren. Våröljeväxterna 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.

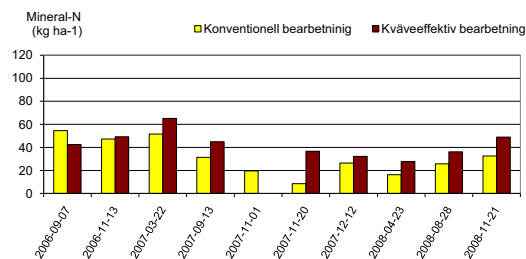
Både uppmätta mineralkvävemängder i marken och storleken på nitratutlakningen har i den andra växtföljdsomgången överensstämmt mycket väl med hur det såg ut motsvarande år i den första. Det är tydligt, utifrån de år då fånggröda använts i led B men inte i led A, att den bidragit till en ökad mineralisering påföljande höst. (höstarna 2001 och 2007). Ökningen av

mineralkväve i marken efter nerplöjningen av fånggrödan i led B på våren var något tydligare år 2007 än år 2001. Ökningen i led B kom tidigare och var också större i förhållande till led A. Det är mycket intressant att följa utvecklingen under denna andra växtföljdsomgång. Beter sig systemen ungefär som under den första innebär det att vi med förhållandevis stor säkerhet kan uttala oss om de olika åtgärdernas effekt i ett system.

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



Figur 37. Nitratutlakning (kg N ha<sup>-1</sup>) under de hydrologiska åren 99/00 - 07/08.



Figur 38. Mineralkväve i marken (0-90 cm) i de båda bearbetningssystemen under den andra växtföljdsomgången, fr o m september 2006 t o m november 2008.

## Jordbearbetning - kväveförluster på lerjord

*Åsa Myrbeck*

**Vad händer med gasavgången på en lerjord när man plöjer senare på hösten? I det här försöket har vi tidigare studerat om utebliven eller senarelagd plöjning har samma positiva effekt på kväveutlakningen på en styv lera som man länge sett på lätta jordar. Nu har försöket bytt namn från R2-8408 till R2-8418 och vi försöker ta reda på om förlusterna av lustgas (N<sub>2</sub>O) skiljer sig åt beroende på hur och när leran bearbetas.**

Det här försöket, som legat på en styv lera på Lanna försöksgård i Västergötland sedan 1997, har gett oss mycket värdefull information. Vi har t ex kunnat visa att vi haft en negativ skördeutveckling i de led som återkommande har bearbetats sent på hösten vilket kan hänga samman med att det där också har skett en viss packning av marken. Försöket har också visat att ackumuleringen av mineralkväve i marken efter tidig bearbetning på hösten kan vara stor även på lerjordar. Nivåerna är dock lägre än på de lättare jordarna och syns inte varje år. År med hög nederbörd under hösten har skillnaderna nästan uteblivit. Det här misstänker vi kan bero på att denitrifikationen varit stor när marken varit blöt och att stora mängder kväve kan ha försvunnit upp i luften i gasform innan vi hunnit fånga det i mätningar.

Sedan i september 2009 mäter vi nu emissionen av lustgas (N<sub>2</sub>O) från utvalda led i försöket. Mätningen sker med manuella kyvetter. Till hjälp i utvärderingen av resultaten har vi även ett antal nyanlagda rutor i anslutning till en mikroklimatisk anläggning där kontinuerliga mätningar sker. Detta görs i samarbete med Göteborgs Universitet.

Målet är att kunna ge rekommendation för ett optimalt brukande av våra lerjordar, där olika förlustvägar av näringsämnen vägs samman och hänsyn tas till såväl ekonomiska som miljömässiga aspekter.

*Tabell 56. Försöksplan försök R2-8418*

Led Jordbearbetning

---

A	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen nedbrukas
B	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen bortföres
C	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen nedbrukas
D	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen bortföres
E	Engelskt rajgräs och Carrier tidig vår, halmen nedbrukas
F	Carrier tidig vår, halmen nedbrukas
G	Stubbearbetning ca 1.9, halmen nedbrukas, senhöstplöjning (20-25.10)
H	Stubbearbetning ca 25.9, halmen nedbrukas, senhöstplöjning (20-25.10)
I	Stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmnedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)
J	Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas

---



Figur 39. Mikroklimatisk mätutrustning på Lanna försöksgård (a), och kammare (b och c) som används för manuell mätning av lustgasavgång i R2-8418. (Foto: Maria Stenberg.)

Försöket finansierades tidigare av Jordbruksverket. De nya mätningarna finansieras av SLF och utförs i samarbete med Maria Stenberg, SLU i Skara. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213, och Tomas Rydberg, 018-671200

## Etablering av höstgrödor – strategier för minskat växtnärläckage

Åsa Myrbeck

De senaste åren har de höstsådda grödorna ökat markant och underlag för åtgärder för minskad växtnärläckage från dessa system behöver tas fram. Syftet med det här projektet, R2-4052, är att minska kväveförlusterna i odlingssystem med höstgrödor. Resultat från andra försök (R2-8407) har visat att stora effekter kan uppnås genom att tiden mellan bearbetning och sådd på hösten kortas t ex genom tidigare sådd.

Hösten 2007 lades två fältförsök ut, ett på moränlättiler på SLU:s försöksstation i Lönnstorp i Skåne och ett på lättare jord vid SLU:s försöksstation Lanna i Västergötland. Betydelsen av olika såtidpunkter i förhållande till bearbetningstidpunkten vid etablering av höstvet efter oljeväxter testas. Hypotesen är att mängderna mineralkväve i marken under hösten blir lägre om sådden sker relativt nära höstbearbetningen.

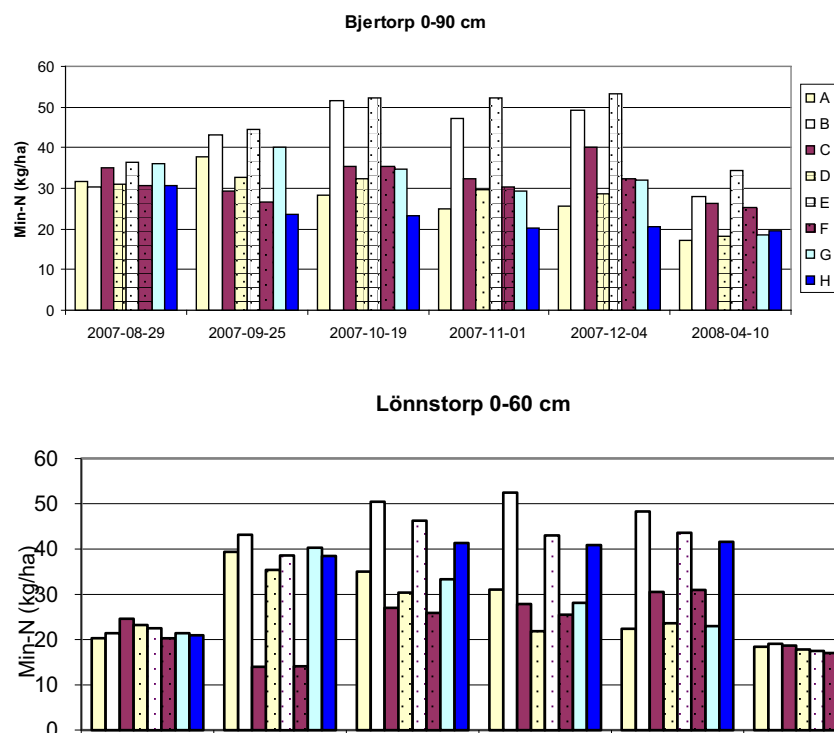
Meningen är att undersöka hur stor betydelse tiden mellan bearbetning och sådd har och vad den betyder i förhållande till och i kombination med olika bearbetningsmetoder. Projektet inbegriper etablering av höstvet med tre olika bearbetningsmetoder: plöjning, stubbearbetning och direktsådd. För plöjning och

stubbearbetning testas betydelsen av längden på tidsperioden mellan bearbetning och sådd. Detta ger för respektive metod ett led med tidig bearbetning och tidig sådd, ett med tidig bearbetning och sen sådd samt ett med sen bearbetning och sen sådd. Leden med stubbearbetning och plöjning jämförs med två led med direktsådd, ett med tidig sådd och ett med sen sådd. Förfrukten är höstoljeväxter. Försöket utförs i randomiserade block med fyra upprepningar och ska pågå i tre år. Försöksplanen visas i tabell 57.

Försöket på Bjertorp skördeåret 2009 fick läggas ner då hösten 2008 var så blöt att den sena sådden inte kunde genomföras. Istället läggs ett extra försök ut år 2010.

Tabell 57. Försöksplan i R2-4052 samt skörd (kg ha<sup>-1</sup>) på Bjertorp 2008 samt på Lönnstorp 2008 och 2009

Led	Bearbetning och sådd	Bjertorp 2008	Lönnstorp 2008	Lönnstorp 2009
A	Plöjning sent i augusti, sådd ca 1/9	6400	10220	10640
B	Plöjning sent i augusti, sådd ca 25/9	6070	10200	10390
C	Plöjning ca 23/9, sådd ca 25/9	5150	10600	10120
D	Stubbearbetning sent i augusti, sådd ca 1/9	5360	10320	11030
E	Stubbearbetning sent i augusti, sådd ca 25/9	5530	10450	10410
F	Stubbearbetning ca 23/9, sådd ca 25/9	5770	9780	10690
G	Direktsådd ca 1/9	4740	10060	11020
H	Direktsådd ca 25/9	3170	10060	10130
	Signifikans	p=0,0030	p=0,0037	p=0,179
	LSD	1240	410	580



Figur 40. Mineralkväve ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) i markprofilen på Bjertorp (0-90 cm djup) respektive Lönnstorp (0-60 cm djup) under hösten 2007 och våren 2008.

**Försökets första år visade att:**

- Sådd direkt efter en tidig bearbetning minskade mineralkvävemängderna i november med mer än 20 kg jämfört med sådd en månad efter bearbetningen. Detta gällde både för plöjda och stubbearbetade led.
- Tidig sådd efter en tidig bearbetning gav även mindre mineralkväve (5-10 kg) under hösten än en senarelagd bearbetning med direkt påföljande sådd.
- En relativt sent utförd direktsådd efter oljeväxter kan öka utlakningsrisken under den första vintern jämfört med konventionell etablering efter plöjning eller efter stubbearbetning. Detta gäller i de fall man sprutar ner spillrapen för att få till en bra grödetablering vid direktsådd.
- Avbrutet upptag i spillsäd och ogräs efter sprutning var mer betydelsefullt för ökningen av mineralkväve i marken under hösten än omrörningen vid en bearbetning.
- Resultaten visar på vikten av att lyckas med etableringen av en gröda och hur olika kombinationer av åtgärder kan påverka avkastning och kväveutnyttjande.



