

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala
Department of Soil and Environment



Nr 125

2013

Johan Arvidsson, redaktör

**Jordbearbetningens
årsrapport 2012**

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för mark och miljö

Rapporter från jordbearbetningen
Nr 125, 2013

JORDBEARBETNINGENS ÅRSRAPPORT 2012

Abstract

RESULTS OF RESEARCH IN SOIL TILLAGE IN 2012

This report summarizes the activities carried out on soil tillage in 2012, including the results from about 50 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 2012. Uppläggningsen är i stort sett densamma som i tidigare årsrapporter. Verksamheten redovisas under avdelningens olika program: (1) grundläggande bearbetning och bearbetningssystem, (2) såbäddsberedning och ytskiktets funktion, (3) markstruktur, jordpackning och markvård, samt (4) växtnäringsutlakning och erosion.

Rapporter finns också tillgängliga på jordbearbetningens hemsida (www.slu.se/jbhy).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem	4
Olika bearbetningssystem - luckringsbehov	5
Olika bearbetningssystem - jordpackning	6
Olika bearbetningssystem - gödselplacering	8
Olika bearbetningssystem - halmbehandling	9
Bortodling av myr	11
Direktsådd	12
Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling	14
Jordbearbetningstidpunkt på hösten - inverkan på skörd, markstruktur och kväve mineralisering	17
Ekoskär och kalk	19
Höstvete efter aktiv träda	22
Carrier på hösten eller våren	23
Försök med Väderstads Top Down	24
Optimering av reducerad bearbetning	26
Bearbetningssystem till lerjord lättjord	34
 Såbäddsberedning och ytskiktets funktion	 35
Försök med olika såbäddsberedning och såtid till våroljeväxter	36
Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten	37
Mätplattform för mätning av mark- och grödegenskaper	39
 Jordpackning, markstruktur och markvård	 45
Låga marktryck i odling med och utan plöjning	46
Packning med dumper	48
Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur	50
Miljöövervakning, markstruktur och markvård	54
 Växtnäringsutlakning och erosion	 58
Jordbearbetning – kväveutlakning	59
Kväveeffektiv jordbearbetning	62

GRUNDLÄGGANDE BEARBETNING OCH -SYSTEM

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

- att undersöka under vilka förhållanden minskad bearbetning (plöjningsfri odling) ger ett bättre odlingssystem (med avseende på skörd, ekonomi och markstruktur) än odling med plöjning
- att belysa vilken plöjningsteknik som är bäst under olika förhållanden
- att undersöka olika bearbetningssystem inom plöjningsfri odling
- att optimera bearbetningen i förhållande till växtnärsutnyttjande
- 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
R2-4134	(2005)	Reducerad bearbetning i god växtföljd
R2-4136	(2005)	Carrier på hösten eller våren
R2-4127	(2004)	Försök med Väderstads Top Down
R2-4140	(2005)	Optimering av reducerad bearbetning
R2-4150-2	(2010)	Bearbetningssystem till lerjord och lättjord

Olika bearbetningssystem-luckringsbehov

Tomas Rydberg

I ett plöjningsfritt odlingssystem, där höstplöjningen ersätts med enbart ytlig bearbetning till ca 10-12 cm, blir matjordens nedre del oftast för kompakt. Genom att bearbeta med kultivator till plogdjup har skörden 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. 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 2011 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. 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 2012 var grödan havre. Etableringen var bra i samtliga led, trots att vi tvingades genomföra en skorpbrytning 3-4 dagar efter sådd. Skörden var överlag bra, men klart bäst i led som inte plöjdes hösten 2011. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 1. Skörd, kg/ha, och relativtal (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007, 2012

Försök nr, jordart 141/74 mmh SL	Län/ plats	Gröda	Förfr.	Plöjn	Plöjn vissa år, grund bearb	Plöjn vissa år, djup bearb	Aldrig plöjn grund bearb	Aldrig plöjn djup bearb	Sign
2012	Ul	Havre	Korn	4420	109	116	105	106	n.s.
1975-2012				100	105	105	104	104	

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., tredje 20 cm

Serien har sedan 1989 endast omfattat ett fastliggande försök på Lönnstorp. Rutfördelningen ändrades ej i samband med förnyelsen av försöksplanen.. 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. Djupkultiveringens 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 1996 var grödan höstoljeväxter och då resulterade en djupbearbetning i plöjningsfria led i en skördeökning på ca 10 procentenheter. År 1997 odlades h-vete som inte gynnades av intensiv bearbetning, men däremot av plöjningsfri odling. År 1998 var grödan sockerbetor som gynnades av både plöjning och kultivering till 20 cm. År 1999 odlades korn. Plöjning och stubbearbetning genomfördes först under våren 1999. Någon intensiv bearbetning förekom ej. Vårplöjning i förhållande till enbart ytlig bearbetning på våren resulterade i lägre skördar. År 2000 odlades höstoljeväxter, som gynnades av djupare och intensivare bearbetning. Plöjningsfri odling till h-vete efter oljeväxter brukar för det mesta fungera bra, vilket det även gjorde år 2001. Resultaten från år 2002, då sockerbetor odlades, påminner mycket om sockerbetsåret 1998 och resultaten från 2003 om det tidigare kornåret 1999. Havregrödan 2004 och h-vetegrödan 2005 har i C-led båda gynnats av den djupare kultiveringen. År 2006 inträffade det märkliga att sockerbetorna inte gynnades av plöjning och ej heller av kultivering till 20 cm. 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 ungefär densamma i samtliga led. År 2010 odlades sockerbetor vilka gynnades av plöjning men ej av djupkultivering. Korngrödan 2011 har ej reagerat positivt på djup eller intensiv bearbetning. År 2012 odlades h-oljeväxter. Skörden var bra i samtliga led, (tabell 2). Försöket finansieras med medel för långliggande försök. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 2. Skörd och relativtal (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-2012 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj ΔLL

År	1992-2012	2012
Gröda:		h-raps
Förfrukt: korn		kg/ha
A1=plöjning,	100	4070
A2=plöjning efter stubbearbetning	102	107
B1=stubbearb. till 10-15 cm, plöjn. till s-betor	103	104
B2=stubbearb. till 20 cm, plöjn. till s-betor	104	104
C1=stubbearbetning till 10-15 cm	99	108
C2=stubbearbetning till 20 cm	101	104
A	100	100
B	102	101
C	99	103
1	100	100
2	102	101
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 (9 år). År 2012 var grödan vall II. Resultaten är väl i överensstämmelse med tidigare år. Mycket tyder på att radmyllning av handelsgödsel medför något större skördeökning vid plöjningsfri odling jämfört med konventionell bearbetning. Försöket finansieras med medel för långliggande försök.

Tabell 3. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, gödsel på ytan=100) i försök 235/76 på Röbbäcksdalen 1976-2012. Jordart, nmh I mo.

År	1976-2010	2012
Gröda år 2012: Vall II.		ts-skörd
Antal år	24	kg/ha
Plöjn. varje år, gödsel på ytan	100	5880
Plöjn. varje år, myllad gödsel	106	100
Plöjn. vissa år, gödsel på ytan	97	96
Plöjn. vissa år, myllad gödsel	102	101
Aldrig plöjning, gödsel på ytan	89	84
Aldrig plöjning, myllad gödsel	100	92
Plöjning varje år	100	100
Plöjning vissa år	96	99
Aldrig plöjning	90	88
Signifikans		n.s
Gödsel på ytan	100	100
Myllad gödsel	109	104
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 stråsädesdominerade med oljevaxter som omväxlingsgrödor.

Resultat

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

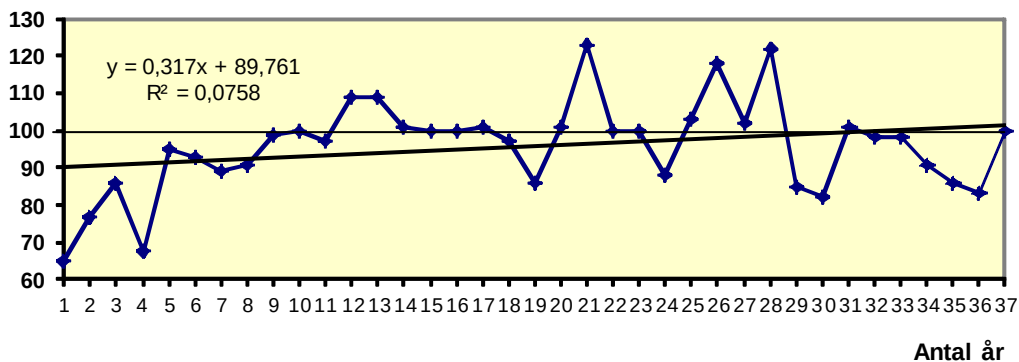
En i många sammanhang återkommande fråga är om resultatet med plöjningsfri odling blir bättre och bättre ju längre tekniken tillämpas. Något entydigt svar föreligger ej, men en viss antydning om att så mycket väl kan vara fallet utgör resultaten från försöket på Lanna som anlades 1974, figur 1. Den positiva 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 2012 odlades korn med h-vete som förfrukt. Något större skörd uppmättes i B-led, men skillnaderna var ej signifikanta, (tabell 4). Försöket på Lanna finansieras med medel för långliggande försök.



Tabell 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-2012

Försök nr	86/75	201/77	3/75	381/74	Samtliga	381/74 2012
Län/plats	S	R	E	La		
Jordart	mmh mo LL	mmh ML	mmh mo LL	mmh SL		korn kg/ha
Antal försöksår	11	7	8	37	63	
Plöjt varje år, halm bortförd	100	100	100	100	100	5920
Plöjt varje år, halm hackad	99	104	97	101	100	101
Plöjt vissa år, halm bortförd	105	107	99	99	101	115
Plöjt vissa år, halm hackad	103	107	96	99	100	103
Aldrig plöjt, halm bortförd	110	109	94	97	100	98
Aldrig plöjt, halm hackad	106	109	87	96	98	103
Plöjning varje år	100	100	100	100	100	100
Plöjning vissa år	105	105	99	97	100	109
Aldrig plöjning	109	107	92	95	98	100
Halmen bortförd	100	100	100	100	100	100
Halmen hackad	98	101	95	100	99	98
Signifikans bearbetning						n.s.
Signifikans halmbehandling						n.s.
Signifikans samspel						n.s.

Rel. skörd (plöjning = 100)



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

Bortodling av myr

Tomas Rydberg

Bearbetning av en torvjord på Gotland har resulterat i en bortodling av ungefär 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 1976-2012

Försök nr	Län/ plats	Jordart	Gröda	Förf.	Plöjn. varje år	Plöjn. vissa år	Aldrig plöjn.	Sign.
188/76								
2012	St	Kärrtorv	korn	v-vete	6130	102	94	*
1976-2012					100	103	107	

Direktsådd

Tomas Rydberg

Kan direktsådd tillämpas till samtliga grödor i växtföljden utan avbrott med konventionell bearbetningsteknik? I ett direktsått system är totala bearbetningskostnaderna endast ca 30 % av kostnaderna i ett konventionellt system.

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

Lannaförsöket innehåller följande huvudled:

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

Sedan 1992 ingår även sub-leden

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

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

Resultat

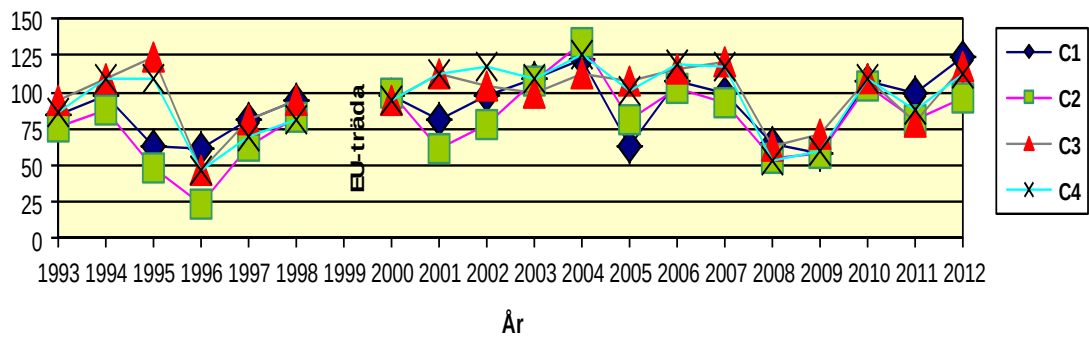
Resultatredovisningen i tabell 7 omfattar enbart huvudleden A, B och C.

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 höstvet. 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, dock förutsatt att stubbearbetning genomförts. I C-led utan stubbearbetning konstaterades, både 2001 och 2002, en rikligare förekomst av kvickrot. 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. En hel del timotej fanns kvar även 2009, trots kemisk behandling. År 2010 har direktsådden fungerat bra i alla led. År 2011 förekom åter mer timotej och andra ogräs i B- och C-led. Hösten 2011 genomfördes åter en Roundupbehandling vilket säkerligen är orsaken till att direktsådden fungerade år 2012. Försöket finansieras med medel för långliggande försök.

Tabell 7. Skörd, kg/ha och relativtal (konv. sådd=100) i försöksserie R2-4017 1982-2012

Försök nr 703/82	Län/ plats	Jordart	Gröda	Föfr.	Konv. sådd	Direktsådd plöjn. vissa år	Direkt- sådd	Sign.
2012	La	mfSL	korn	h-vete	4960	95	110	n.s.
1982-2012					100	92	94	

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



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



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

Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling

Johan Arvidsson, Oskar Björling, Julia Fransson, Caroline Jöngren

1991 startades ett 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 ett av försöken, medan skillnaderna varit små i det andra försöket.

Utebliven jordbearbetning, t.ex. vid plöjningsfri odling, medför att markens naturliga strukturuppbbyggnad ej störs. Detta kan bland annat leda till att genomsläppligheten i den gamla plogsulan ökar. Ofta sker dock en förtätning av matjorden, som kan försämrade rottillväxten. I serie **R2-4027** studeras effekter av olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling. Serien innehåller två 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 från försökets start till 2005. I försök 618/95 har växtföljden varit mera varierad, men år 2003 och 2004 odlades höstveten efter höstveten. Under 2006-2009 odlades oljeväxter och stråsäd jämsides i dessa försök, för att studera samspelseffekter mellan gröda och bearbetning. År 2012 odlades höstveten i 517/91 och havre i 618/95.

Resultat

Skörd 2012 och 1991-2012 visas i tabell 8 resp. 9. I försök 517/91 var det små skillnader mellan bearbetningsdjupen, och skillnaderna mellan leden var ej signifikanta. Det fanns dock en tendens till högre skörd för de plöjningsfria jämfört med de plöjda leden. Resultaten avviker något från tidigare år, där djup bearbetning höjt skörden i detta försök (tabell 9). I försök 618/91 var skördeskillnaderna mellan leden små under 2012 (tabell 8). Också under tidigare år har det varit små skillnader i skörd för olika bearbetningsdjup i detta försök (tabell 9).

Under 2012 gjordes också penetrometermätningar i försöket, samt en visuell bedömning av markens struktur i olika skikt. Den visuella bedömningen var en utveckling av det s.k. Peerlkomptestet, enligt Ball m.fl. (2007). Strukturen graderades enligt en skala SQ (Soil Quality) 1-5. SQ 1 kännetecknas av fina rundade aggregat, hög porositet och god rotgenomträngning medan SQ 5 kännetecknas av stora, kantiga, aggregat, avsaknad av porer och dålig rotgenomträngning.

Tabell 8. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 2012

Försök nr	517/91	618/95	Medel 2012
Län, plats	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh ML	
Gröda	Höstveten	Havre	
A=Plöjning	6890	5850	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	104	100	102
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	104	101	103
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	103	100	102
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	106	102	104
Signifikans	P=0.06	n.s.	

Tabell 9. Skörd, relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1991-2012

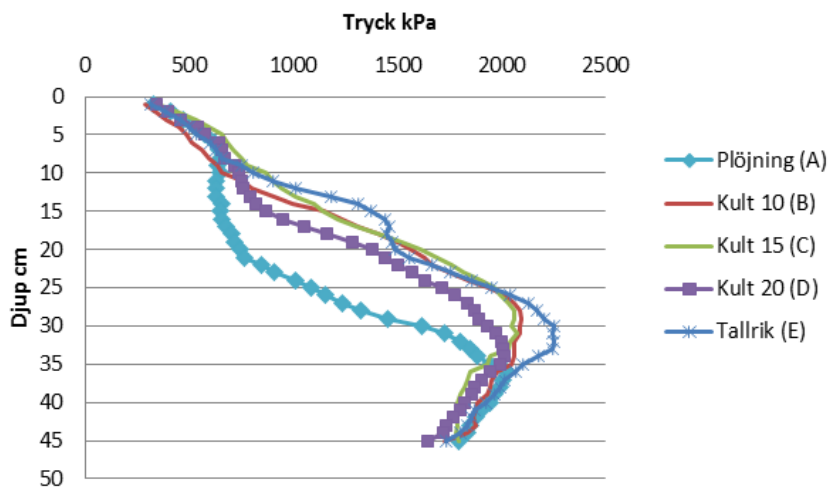
Försök nr	517/91	618/95	Medel
Län, plats	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh ML	
Antal år	21	17	38
A=Plöjning	100	100	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	89	97	93
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	91	95	93
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	94	95	95
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	91	98	95

Resultatet av mätningarna visas i figur 4 och 5. Penetrationsmotståndet var direkt kopplat till bearbetningsdjupet, med högre motstånd vid minskat djup. Också SQ-värdet ökade med djupet, motsvarande en sämre markstruktur, vilket gjorde att kurvorna för penetrationsmotstånd och SQ-värde liknade varandra. Den inbördes ordningen mellan leden var dock olika för de olika mätningarna. Plöjning, som gav lägst penetrationsmotstånd, hamnade i mitten när det gällde den visuella bedömningen. Kultivator till 10 cm hade lägst SQ-värde i centrala matjorden och kultivator till 20 cm

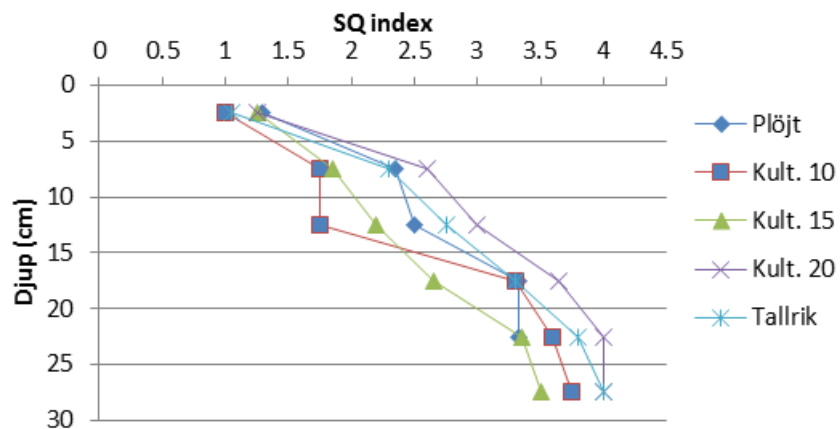
högst, omvänt mot penetrationsmotståndet.

Penetrometern fungerade alltså bra för att detektera den luckring som åstadkoms vid bearbetning. Den visuella bedömningen utgår framförallt från aggregatens storlek och form samt från rotutveckling, och speglar därför kanske bättre jordens förutsättningar som växtplats. Det är då intressant att konstatera att den grundaste bearbetningen givit lägst SQ-värde (bäst struktur) i centrala matjorden, trots att jorden där är mest kompakt.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 12 10.



Figur 4. Penetrationsmotstånd i försök 517/91, mätningar våren 2012.



Figur 5. Visuell bedömning av markstruktur i försök 517/91, mätningar våren 2012. SQ 1= mycket god struktur, SQ 5= mycket dålig struktur.

Ball B.C., Batey T., Munkholm L.J. (2007).
Field assessment of soil structural quality – a
development of the Peerlkamp test. Soil use
and management, 23, 329-337.

Jordbearbetningstidpunkt på hösten – inverkan på skörd, markstruktur och kväveminalisering

Johan Arvidsson

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

I södra Sverige finns regler för grön mark i syfte att minska kväveläckaget. Som grön mark räknas t ex stubb efter en stråsädesgröda om plöjning sker efter ett visst datum på hösten. Dessa regler gäller oavsett jordart. På lerjordar finns dock en risk att bearbetning sent på hösten under blöta förhållanden skulle kunna leda till försämrad markstruktur, lägre skörd och därmed ett sämre kväveutnyttjande. Därför startades 1999 försöksserie **R2-4111** med försök i Uppland, Östergötland och Skåne. Syftet var att undersöka hur tidpunkten för bearbetning på hösten inverkar på markstruktur, kväveminalisering 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

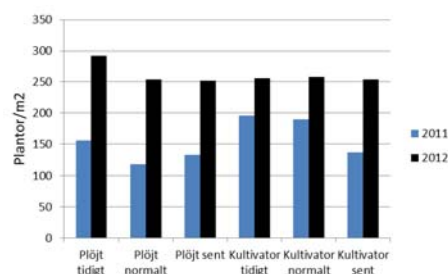
Skörd under 2012 och för samtliga år redovisas i tabell 10. År 2012 var skörden klart lägre i plöjningsfria led än i plöjda led, vilket avviker från andra försök på Ultuna detta år. En möjlig förklaring är att korn odlades efter korn, vilket kan ha gett en negativ förfruktseffekt. Sen bearbetning

gav år 2012 något högre skörd än tidig bearbetning i kultiverade led, tvärt emot resultatet tidigare år (tabell 10). Hösten 2011 var dock varm och relativt torr, vilket gjorde att förhållandena för bearbetning var goda även sent på hösten.

Våren och sommaren 2012 var mycket nederbördsrik, och det var god uppkomst i samtliga led (figur 6). Under t.ex. den torra våren 2011 var uppkomsten klart sämre i sent bearbetade led, vilket då var en förklaring till lägre skörd för sen bearbetning (figur 6). Liknande resultat erhöles både 2009 och 2010.

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 12 10 och Åsa Myrbeck, 671213.



Figur 6. Plantantal på våren 2011 och 2012 i serie R2-4111.

Tabell 10. Skörd i försöksserie R2-4111, ett försök på Ultuna, 2000-2012. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda ($P < 0,05$)

År	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Medel
Gröda	Havre	Korn	Havre	Havre	Korn	Havre	Havre	V-vete	Havre	Havre	Havre	Korn	Korn	
Tidig plöjning=100	5140	4390	5560	5520	4440	5430	2320	5860	4870	4960	3620	4060	5080	100
Normal plöjning	100	95	99	99	93	96	91	97	98	97	81	102	101	96
Sen plöjning	100	94	99	99	93	95	92	95	96	96	73	84	100	94
Tidig kultivering	104	99	105	99	107	96	92	97	95	104	105	109	90	100
Normal kultivering	103	91	102	96	99	95	93	96	87	101	91	112	94	97
Sen kultivering	103	87	92	95	100	94	92	92	87	95	85	96	95	93
Plöjning	100b	100	100	100	100	100	100	100	100a	100	100b	100b	100a	100
Kultivering	104a	96	100	97	107	98	98	98	92b	103	110a	111a	93b	101
Tidig	100	100a	100a	100	100	100a	100	100	100	100	100a	100a	100b	100
Normal	100	93b	98a	98	93	97b	96	98	95	97	84b	102a	103a	96
Sen	100	91b	93b	98	93	97b	95	94	94	94	77c	86b	103a	93

Ekoskär och Kalk

Elisabeth Bölenius och 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 plöjning med hjälp av ett ekoskär från Kverneland. 12 år senare har försöksleden där kalk spridits i den luckrade fåran i genomsnitt gett omkring sju procent högre skörd jämfört med kontrollleden.

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

- A. Plöjning
- B. Plöj. m. Ekoskär år 1
- C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2
- D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 & 3
- E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1
- F. Plöj. + kalk i fåran år 1

Luckringen genomfördes i samband med plöjningen med hjälp av ett så kallat ekoskär från Kverneland, se figur 7.



Figur 7. Ekoskär.

Ett ekoskär monterades på varje plogkroppss 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 av ekoskåret. Ekoskårets arbetsbredd var 22 cm vilket innebar att drygt halva plogbredden luckrades då tiltbredden var 40 cm. I ett led spreds släckt kalk direkt i den luckrade fåran och i ett led spreds släckt kalk direkt i plogfåran. För att få en jämn utmatning av kalken slammades den först upp i en tank och pumpades sedan ut direkt på plogfårans botten. Kalkgivan var i dessa led cirka 4,4 ton/ha. I A-försöket spreds kalk över hela markytan före plöjning hösten 2000 vilket inte skedde i B-försöket. Kalkgivan var då cirka 4 ton/ha. Sedan de inledande åren bearbetas nu alla leden på samma sätt med konventionell bearbetning och sådd.

Resultat och diskussion

Skörderesultaten redovisas i tabellerna 11, 12 och 13. Resultaten från årets försök visar på att det fortfarande finns positiva effekter av den kalk som tillfördes ytan 2000. De led som luckrats två gånger med ekoskåret har gått bättre än de med en eller tre luckringar.

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 skördeeffekter 12 år efter luckringsåtgärden.

Skörderesultaten tyder på att luckringen av plogsuleskiktet hösten 2000 har stabiliserats med hjälp av släckt kalk. Den högre skörden är förmodligen ett resultat av förbättrad dränering/luftning av marken och en större mängd stabila sprickor och håligheter som gynnar rotutvecklingen. Ingen skillnad finns mellan vårsådda och

höstsådda grödor avseende vare sig kalkens eller bearbetningarnas effekter.

Skördeskillnad mellan att ha spridit kalk på ytan hösten 2000 eller inte har under 2012 gett positiv utslag i alla led (tabell 11). Detta visar på kalkens stabiliserande effekt på alla de olika typerna av luckring. I snitt

har kalkningen gett en skördeökning på 328 kg per hektar 2012 vilket ligger nära snittet för alla år som ligger på plus 288 kg per hektar.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius, tel. 018-67 11 86.

Tabell 11. Medelskörd 2001-2012 och skördeskillnad mellan försök 4124 med (A) och utan (B) kalk på ytan hösten 2000. Skillnaden anger ökning (+) eller minskning (-) av skörden vid tillförsel av kalk på ytan hösten 2000

	<u>Medelskörd 2001-2012</u>		<u>Skillnad (kg/ha)</u>	
	Med	Utan	2012	alla år
A. Plöjning	5062=100	4817=100	+530	+245
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	99	98	+300	+323
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	103	102	+550	+303
D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 och 3	99	98	+220	+293
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	107	106	+180	+293
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	103	102	+190	+258
Medel			+328	+286

Tabell 12. Skörd i kg/ha och relativtal år 2001-2012 i försök 4124A, med kalk på ytan hösten 2000

	2001 korn	2002 havre	2003 havre	2004 korn	2005 h-vete	2006 h-vete	2007 h-vete	2008 havre	2009 havre	2010 havre	2011 h-vete	2012 h-rybs
	5210=	5560=	6410=	5600=	5510=	5100=	5400=	6010=	5660=	4080=	3520=	2680=
A. Plöjning	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100b	100
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	101	103	97	99	97	97	102	99	100	98	97b	100
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	100	107	99	102	101	104	96	102	108	102	112ab	107
D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 och 3	96	102	96	99	99	103	95	100	104	100	102b	93
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	106	103	99	107	108	118	114	102	106	107	121a	93
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	103	103	98	101	100	110	104	100	107	107	101b	97

Signifikans (led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda)

*

Tabell 13. Skörd i kg/ha och relativtal år 2001-2012 i försök 4124B, utan kalk på ytan hösten 2000

	2001 korn	2002 havre	2003 havre	2004 korn	2005 h-vete	2006 h-vete	2007 h-vete	2008 havre	2009 havre	2010 havre	2011 h-vete	2012 h-rybs
	4980=	5090=	6340=	5380=	5090=	5130=	5440=	5420=	5350=	3820=	3610=	2150=
A. Plöjning	100	100	100	100	100	100	100	100b	100	100	100	100b
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	98	101	96	96	99	99	99	97b	98	93	88	110a
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	100	106	95	99	104	106	101	103ab	104	100	98	108a
D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 och 3	98	105	92	94	102	100	100	100b	99	95	89	106ab
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	105	108	98	107	110	115	108	109a	107	99	101	108a
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	105	104	98	101	111	103	97	105ab	104	98	93	112a

Signifikans (led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda)

*

*

Höstvete efter aktiv träda

Elisabeth Bölenius och Aron Westlin

Hösten 2005 startades ett försök där olika reducerade bearbetningssystem provas i en god växtföljd. 2012 odlades foderärt och störst skörd erhöles efter kultivering till 15-20 cm djup. Det direktsådda ledet tappade bara tre procent vilket var ett bra resultat med tanke på den låga kostnaden i detta led och det faktum att det odlades foderärt. Den grundare kultiveringen har gett bäst resultat sett över alla år och alla grödor men skillnaderna är mycket små. Höstveteåren är skillnaderna mellan bearbetningarna desamma, men något större.

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

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

Dragkraftsmätningar gjordes vid primär-bearbetning hösten 2006 för att få fram energiåtgången för de olika bearbetningssystemen.

Resultat och slutsats

Resultaten från dragkraftsmätningarna presenteras i tabell 14 och visar tydligt att det kostar energi att bearbeta djupt. Högst energiåtgång var det vid den djupare kultiveringen. Det ledet kultiverades en gång grunt och en gång djupt. Energiåtgången var mer än trettio procent högre än för det plöjda ledet.

2012 års skörderesultat presenteras i tabell 15 och överlag var skördarna bra i samtliga led. Detta år fungerade en djup kultivering bäst och direktsådd tappade bara tre procent jämfört med det konventionellt plöjda ledet.

Medelskörden över alla år visar att kultivering har gett marginellt större skörd jämfört med plöjning och ytlig bearbetning. Det direktsådda ledet har däremot i snitt tappat 13 procent mot plöjning. Detta beror på att år med känsliga grödor, år 2007 ärt och år 2010

vårraps, har det direktsådda ledet tappat mycket mot övriga led, dock gällde inte detta 2012 med foderärt. Då grödan varit stråsäd har det direktsådda ledet bara tappat ett par procent mot det konventionellt bearbetade ledet.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius, tel. 018-67 11 86

Tabell 14. Dragkraftsbehov (kN) per meter arbetsbredd. I kolumnen Totalt har dragkraftsbehovet från de enskilda bearbetningarna summerats. Värdet som åtföljs av olika bokstäver är statistiskt skilda åt.

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

*Led D, Direktsådd utgår.

Tabell 15. Skörd, kg/ha och relativt 2012 samt medel 2006-2012 (plöjning=100)

	2012 Foderärt	Medelskörd 2006-2012
A. Carrier	102	100
B. Grund Kultivering	88	102
C. Djup Kultivering	115	102
D. Direktsådd	97	87*
E. Plöjning	2980=100	100
Signifikansnivå		

*Led D, skörd från 2006 saknas

Carrier på hösten eller våren?

Elisabeth Bölenius och Aron Westlin

Hösten 2005 startades en försöksserie på styv lera på Ultuna, Uppland, för att undersöka när bearbetning med en Carrier bör göras om fältet ska vårsås. Resultaten visar små skillnader sett över alla år men tendenser finns till att enbart vårbearbetning med Carrier till stråsäd har gett störst skörd.

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



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

De led som ingår i försöket är:

- A. Höstplöjning (20-22 cm)
- B. Carrier 2-3 ggr på hösten
- C. Carrier 1 g höst + 1 g vår
- D. Carrier 2-3ggr på våren

Bearbetningsdjup för Carrier var 5-7cm.

Resultat och slutsats

Under 2012 blev det knappt några skillnader alls mellan de olika leden. Skörderesultaten från försöken redovisas i tabell 16 och 17.

För stråsäd har enbart vårbearbetning med Carrier gett bäst avkastning. Bearbetning med Carrier på hösten har gett en något lägre avkastning än plöjning oavsett om bearbetningen följts av vårbearbetning eller ej. För oljeväxter har däremot den reducerade bearbetningen gett bäst resultat, oavsett tidpunkt. Sammanlagt är det dock små skillnader mellan de olika leden.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius, tel. 018-67 11 86

Tabell 16. Skörd, kg/ha och relativtal i försöksserie R2-4136

Gröda År	Rybs 2006	Vårvete 2007	Havre 2008	Korn 2009	Vårvete 2010	Vårraps 2011	Havre 2012
A. Höstplöjning	1980 =100	5500 =100	5150 =100a	6310 =100	5220 =100b	2380 =100	5440 =100
B. Carrier på hösten	122	99	90b	97	103ab	107	99
C. Carrier höst och vår	121	93	88b	98	103ab	108	101
D. Carrier på våren	122	106	100a	102	107a	98	101
Signifikansnivå			**		*		

Tabell 17. Medelskörd, kg/ha och relativtal i försöksserie R2-4136 2006-2012

Gröda	Alla	Stråsäd (5 år)	Oljeväxter (2 år)
A. Konventionell plöjning	4569=100	5524=100	2180=100
B. Carrier 2-3 ggr på hösten	100	98	115
C. Carrier 1 g höst + 1 g vår	99	97	115
D. Carrier 2-3 ggr på våren	104	103	110

Försök med Väderstads TopDown

Elisabeth Bölenius och Aron Westlin

Hösten 2004 startades två försök med olika växtföljder där bearbetningarna sker med plog eller Väderstad TopDown. Resultaten visar att bearbetning med TopDown till vårgöröror gått lika bra eller bättre än konventionell plöjning. Till höstvetete är det dock plogen som gått bäst.

Hösten 2004 startades två försök där bearbetning med Väderstads TopDown jämförs med konventionell höstplöjning, **R2-4127**. TopDown består av två rader med tandade och koniska tallrikar, tre rader med fasta pinnar och utjämningsstallrikar och en packare längst bak. I det ena försöket tillämpas en god växtföljd och i det andra en dålig. Höstvetete återkommer samma år i de olika försöken.

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

Skörderesultaten redovisas i tabell 18 och 19. Årets resultat med vårsådda grödor i bägge försöken visar på samma resultat. De reducerade bearbetningarna har gett störst skördar vilket även gäller sammantaget för alla vårsådda grödor i bägge försöken. Skillnaderna mot plöjning var dock större 2012 än snittet för alla åren. Sett till alla grödor, alla år är dock skillnaderna små mellan bearbetningarna.

Tabell 18. God växtföljd. Skörd, kg/ha och relativtal, år 2012 samt medelskördar för alla grödor, höstvetete och vårsådd 2005-2012 i försöksserie R2-4127

	Skörd 2012		Medelskördar				
	Foderärt		Alla grödor rel. tal	Höstvete (3 år)		Vårsådd (5 år)	
	kg/ha	rel. tal		kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Höstplöj. + harvning	2920	=100b	100	6793	=100	3526	=100
B. TopDown 1 g 10 cm		120a	103		95		108
C. TopDown 2 g 10 cm		120a	103		92		110
D. TopDown 1 g 20 cm		125a	104		94		111
E. TopDown 2 g 20 cm		131a	99		90		105
Signifikans för 2012		*					

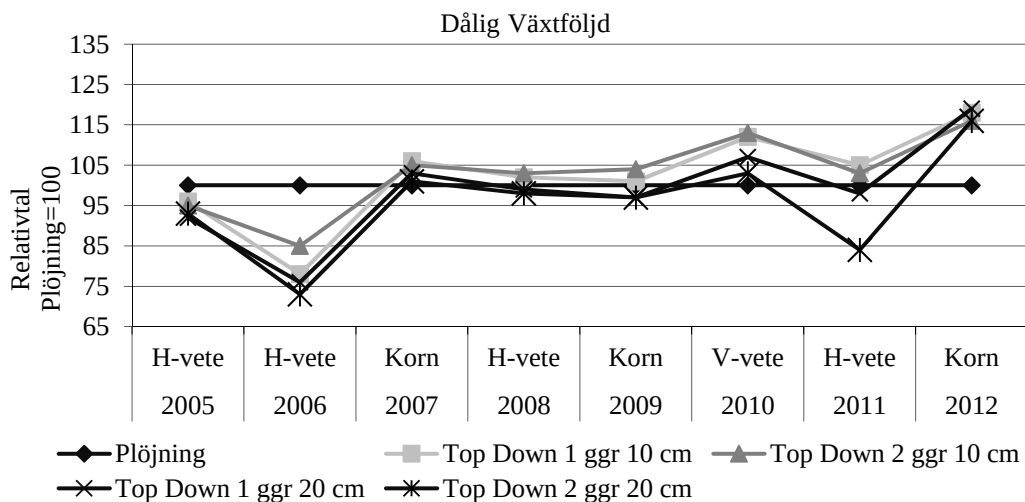
Tabell 19. Dålig växtföljd. Skörd, kg/ha och relativtal, år 2012 samt medelskördar för alla grödor, höstvetete och vårsådd 2005-2012 i försöksserie R2-4127

	Skörd 2012		Medelskördar				
	Korn		Alla grödor rel. tal	Höstvete (4 år)		Vårsådd (4 år)	
	kg/ha	rel. tal		kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Höstplöj. + harvning	4850	=100b	100	5808	=100	5070	=100
B. TopDown 1 g 10 cm		118a	102		95		109
C. TopDown 2 g 10 cm		116a	103		97		110
D. TopDown 1 g 20 cm		119a	99		91		107
E. TopDown 2 g 20 cm		116a	96		87		104
Signifikans för 2012		*					

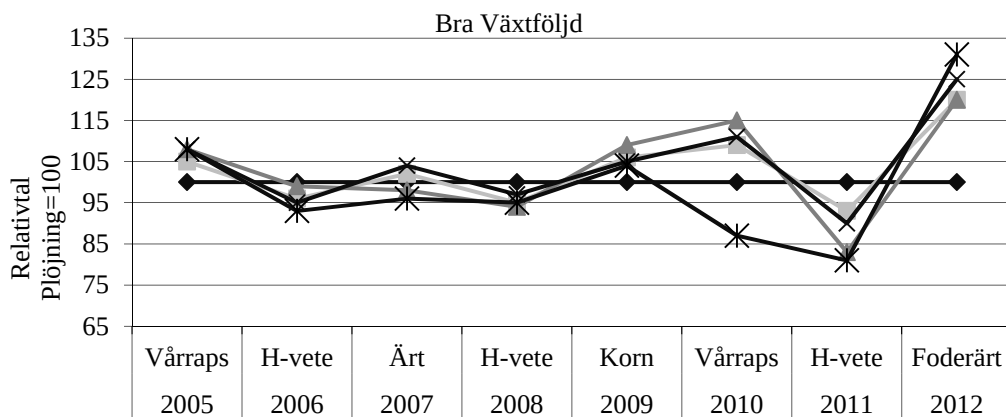
Dock verkar det vara negativt med en andra körning vid den djupare bearbetningen med TopDown. Detta beror troligen på att det blir för luckert. Resultaten varierar tydligt mellan olika år och grödor i de två försöken, se figur 8 och 9. År 2006 odlades höstvetete för andra året i rad i den dåliga växtföljden. Det blev lägre skörd i plöjningsfria led vilket troligen berodde på större mängd halm på ytan som ökade risken för sjukdomar. 2007 års gröda, korn, bryter av mot höstvetetet och den plöjningsfria bearbetningen klarade sig då bra. Detta visar tydligt att växtföljden är viktig vid plöjningsfri odling.

Ses resultaten över tid (figur 8 och 9) verkar bearbetning med TopDown tappa mot plöjning då grödan är höstvetete men att TopDown går bra till vårsådda grödor. Det kan tänkas att marken har blivit för lucker efter körningarna med TopDown och att en återpackning innan sådd behövs. Detta sker på våren men inte på hösten i TopDown-leden, i det plöjda ledet sker det dock även på hösten. Resultaten visar även att det inte ger någon merskörd av att bearbeta två gånger med TopDown mot att bara bearbeta en gång.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius, tel. 018-67 11 86.



Figur 8. Skördeutveckling i försök med dålig växtföljd under åren 2005 – 2012.



Figur 9. Skördeutveckling i försök med god växtföljd under åren 2005 – 2012.

Optimering av reducerad bearbetning Högre skördar till lägre kostnad

Aron Westlin, Tomas Rydberg, Elisabeth Bölenius

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. I tre försök i Mellansverige jämförs konventionell och reducerad bearbetning under två olika växtföljder. 2012 var det bara bearbetningsmetod som resulterade i några skillnader på skördenivåerna.

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 en 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 minskas 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 odlingsekonomi. 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 per år i Mellansverige.

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, Vreta Kloster, och ett på Säby, Uppsala. Det tredje försöket startades ett år senare på Brunnby försöksgård utanför Västerås.

De första jordbearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen utfördes i september 2006. De två olika växtföljderna (tabell 21) genomgår samma jordbearbetningsåtgärder (tabell 20). För att få en bra genomarbetning av jorden bearbetas de olika kultiveringsleden, led 3, 4 och 5, två gånger.

I försöken görs följande mätningar varje år:

- Planträkning i vårsådda grödor
- Beståndsgradering på våren i höstsäd
- Ogräsräkning på våren
- Gradering av skadegörare såsom rot-dödare, stråknäckare och bladfläck-svampar
- Skörd; kvalitet och mängd
- Dragkraftsmätningar i försöket i Uppsala (ej varje år)

De olika bearbetningarna utgör subled.

Tabell 20. De sex olika bearbetningar som tillämpas i försöksserie R2-4140

Led	Bearbetning och djup
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 21. Två olika växtföljder som tillämpas i försöksserie R2-4140. Observera att Brunnby ligger ett år efter och att där odlades vårvete 2012

År	Bra (A)	Ensidig (B)
2006 ¹	Våroljeväxter	Vårkorn
2007	Höstvete	Höstvete
2008	Årt	Vårkorn
2009	Höstvete	Höstvete
2010	Våroljeväxter	Korn/havre
2011	Höstvete	Höstvete
2012	Höstvete	Höstvete

¹ År 2006 endast förfrukt

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

Resultat

Mineralkväveinnehåll

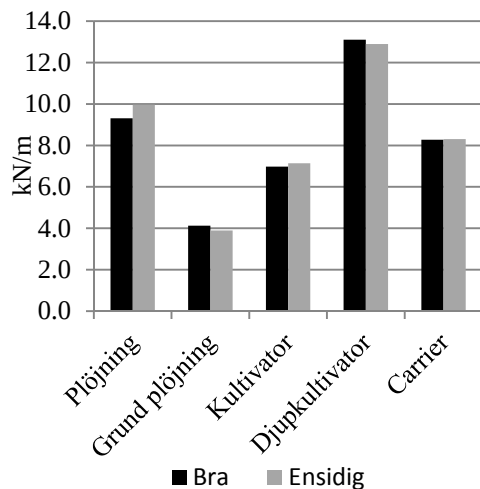
På Säby (mmh LL) har kväveinnehållet (0-90 cm) i medeltal under försöksåren hösten 2006 till våren 2012 varit mellan 50 och 80 kg N/ha. Från höst till vår har mineralkvävet minskat med cirka 10 kg N/ha i den bra växtföljden och med drygt 5 kg N/ha i den ensidiga (tabell 22). Minskningen är minst efter plöjning, oavsett växtföljd. I den bra växtföljden är det jämnt mellan de andra två bearbetningssystemen medan minskningen i den ensidiga är klart störst i direktsådd. Noterbart är också att kväveinnehållet i den bra växtföljden, både höst och vår, är klart lägre vid direktsådd jämfört med samtliga övriga led.

Tabell 22. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i försök R2-4140 på Säby. Medeltal hösten 2006 till våren 2012

Led	Höst Kg/ha	Vår Kg/ha	Skillnad Kg/ha
A1	83,0	79,5	-3,5
A3	81,5	69,7	-11,8
A6	67,4	53,8	-13,6
B1	79,1	79,0	0,0
B3	78,8	72,0	-6,8
B6	77,8	67,0	-10,9
Bra växtföljd	77,3	67,6	-9,7
Ensidig växtföljd	78,6	72,7	-5,9
Plog	81,0	79,2	-1,8
Kultivator	80,1	70,8	-9,3
Direktsådd	72,6	60,4	-12,2

Dragkraft

Dragkraftsmätningarna från hösten 2006, 2008, 2010 samt 2011 redovisas i figur 10. 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 styvpinnekultivator till 20 cm djup som krävde nära 13 kN per arbetsmeter. Bearbetning med plog till normalt djup samt två körningar med Carrier hade ett dragkraftsbehov på runt 9 kN per arbetsmeter. Lättast gick den grunda bearbetningen med plöjning, led 2, som endast behövde 4 kN per arbetsmeter. Till de två plöjda leden tillkommer såbäddsberedning inför höstsådd. Under hösten 2011 mättes även dragkraftsbehovet vid såbäddsberedningen. Till de två plöjda leden behövs ytterligare 2 kN per arbetsmeter för en överfart med en såbäddsharv.



Figur 10. Dragkraftsbehov (kN m^{-1}) vid primärbearbetning hösten 2006, 2008, 2010 samt 2011 i försök R2-4140, Säby.

Växtpatologiska undersökningar

Höstvete och vårvete

Resultaten visar att stråknäckarindex på Brunnby och Klostergården var något lägre i den djupt plöjda behandlingen jämfört med övriga led medan det var lägst i kultivatorledet på Säby. Skillnaderna var dock inte signifikanta (tabell 23). På Brunnby (vårvete) var stråknäckarindex signifikant högre i den ensidiga växtföljden (B) än i den goda växtföljden (A). På övriga platser fanns inga skillnader mellan växtföljderna. Ingen skillnad mellan försöksplatserna hittades för stråknäckarindex (tabell 24).

På Brunnby och Säby fanns tendenser att rotdödarindex var relativt höga i ledet med direktsådd vilket var tvärtemot resultaten i Klostergården. Skillnaderna var inte signifikanta. På Brunnby fanns starka tendenser att den goda växtföljden hade lägre rotdödarindex jämfört med den ensidiga växtföljden ($p = 0,062$). På Klostergården hade den ensidiga växtföljden något lägre rotdödarindex jämfört med den goda ($p = 0,073$). Inga stora skillnader mellan växtföljderna hittades för rotdödarindex på Säby.

På Klostergården var rotdödarindex signifikant högre än på övriga två försöksplatser (tabell 24).

För bladfläckar fanns inga stora skillnader mellan vare sig jordbearbetningar eller växtföljder på någon av försöksplatserna (tabell 23). Angreppen av bladfläckar var signifikant högst i Säbyförsöket och signifikant lägst på Brunnby (tabell 24).

De stora angreppen av bladfläckar på Säby har troligen bidragit till den mindre skörden där, se tabell 27 för årets skörderesultat.

Tabell 23. Förekomst av stråknäckarindex, rotdödareindex och bladyta angripen av bladfläcksvampar i höstvetete och vårvete vid olika bearbetningar vid två olika växtföljder, Klostergården, Säby och Brunnby 2012.

Försöksled	Klostergården (höstvetete)			Säby (höstvetete)			Brunnby (vårvete)		
	Strå- knäck index	Rot- dödar index	Blad- fläck % yta	Strå- knäck index	Rot- dödar index	Blad- fläck % yta	Strå- knäck index	Rot- dödar index	Blad- fläck % yta
Behandling, n=6									
1. Plöjning (23 cm)	11,0	7,7	3,6	13,2	27,7	8,6	15,4 ^{ab}	6,9	43,5
2. Grund plöjning (12 cm)	13,6	7,7	2,6	16,3	29,8	9,0	15,8 ^{ab}	6,4	39,2
3. Kultivator 10-12 cm	16,0	6,9	3,6	14,3	30,4	8,0	10,7 ^b	6,7	39,2
4. Djupkult (20 cm)	14,9	7,4	4,1	15,7	25,6	7,9	19,9 ^a	7,1	43,7
5. Carrier (5-7 cm)	16,7	10,6	3,6	15,4	27,1	8,1	13,2 ^{ab}	10,6	44,3
6. Direktsådd	13,8	10,2	4,1	16,9	20,2	8,8	13,6 ^{ab}	10,6	44,3
<i>p</i> -värde behandling	es	es	es	es	es	es	*	es	es
Växtföljd, n=18									
A. God växtföljd	10,4 ^b	6,4	4,1	14,9	29,4	8,7	14,2	6,2	42,4
B. Ensidig växtföljd	18,8 ^a	10,6	3,1	15,7	24,1	8,1	15,1	8,4	41,9
<i>p</i> -värde växtföljd	*	es ^(0,062)	es	es	es ^(0,073)	es	es	es	es
behandling x växtföljd, n=3									
God växtföljd									
A1 Plöjning (23 cm)	6,0	6,3	3,9	14,8	30,3 ^{ab}	9,0	14,9	5,0	47,5
A2 Plöjning (12 cm)	11,6	6,3	3,5	16,4	33,5 ^{ab}	10,1	15,8	4,3	39,4
A3 Kultivator 10-12 cm	13,2	5,3	3,5	14,8	32,3 ^{ab}	7,9	9,1	8,6	40,5
A4 Djupkultivator (20 cm)	13,2	5,9	4,6	14,9	20,9 ^{ab}	8,4	20,0	4,9	42,4
A5 Carrier (5-7 cm)	12,4	7,3	3,9	12,2	35,9 ^a	7,4	10,3	5,1	42,3
A6 Direktsådd	7,1	7,2	5,2	16,4	25,2 ^{ab}	9,5	16,6	10,3	43,0
Ensidig växtföljd									
B1 Plöjning (23 cm)	17,4	9,3	3,2	11,8	25,2 ^{ab}	8,2	15,8	9,1	39,7
B2 Plöjning (12 cm)	15,7	9,3	1,8	16,2	26,3 ^{ab}	7,9	15,8	4,3	39,4
B3 Kultivator 10-12 cm	18,9	8,8	3,7	13,9	28,5 ^{ab}	8,1	12,4	8,6	39,0
B4 Djupkultivator (20 cm)	16,6	9,0	3,7	16,5	30,7 ^{ab}	7,4	19,9	4,9	37,8
B5 Carrier (5-7 cm)	21,6	14,4	3,3	19,0	19,6 ^b	8,8	16,6	5,1	45,1
B6 Direktsådd	22,8	13,7	3,0	17,5	25,2 ^{ab}	8,2	10,8	10,3	44,8
<i>p</i> -värde									
behandling x växtföljd	es	es	es	es	*	es	es	es	es
CV	26,1	19,0	24,8	15,1	12,0	19,0	13,7	28,9	7,8

¹Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader inom en kolumn.

Tabell 24. Angreppsgrad (% yta) av bladfläckar och index av rotdödare och stråknäckare i höstvetete, medelvärde av samtliga försöksled på de olika försöksplatserna, n=36.

Försöksplats	Stråknäckar index	Rotdödar index	Bladfläck (% yta)
Säby	14,6	7,2 b	42,2 a
Brunnby	14,3	8,4 b	3,6 c
Klostergården	15,3	26,7 a	8,4 b

¹Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader inom en kolumn.

DNA- analyser bladfläckar

DNA analyserna utfördes med relativ kvantifiering, dvs. resultaten är relativa ett referensprov, vilka då blir enhetslösa. I tabell 25 presenteras resultaten från DNA analyserna av bladfläckssjukdomar (DTR - *Drechslera tritici-repentis*, brunfläcksjuka *Septoria nodorum* och svartpricksjuka *S. tritici*) i fyra utvalda led; plöjning (A1 och B1) samt Carrier (A5 och B5), samt resultaten från den okulära bedömningen på de båda

försöksplatserna. Angreppen av *S. nodorum* var högre i den ensidiga växtföljden i Västeråsförsöket jämfört med i den goda växtföljden. Angreppen av DTR var något högre i Carrierleden jämfört med plöjda led i Brunnbyförsöket. Angreppen av DTR var högre i plöjt led med den ensidiga växtföljden jämfört med den goda på Klostergården. På Säby hittades högst angrepp av DTR i Carrierledet i den goda växtföljden.

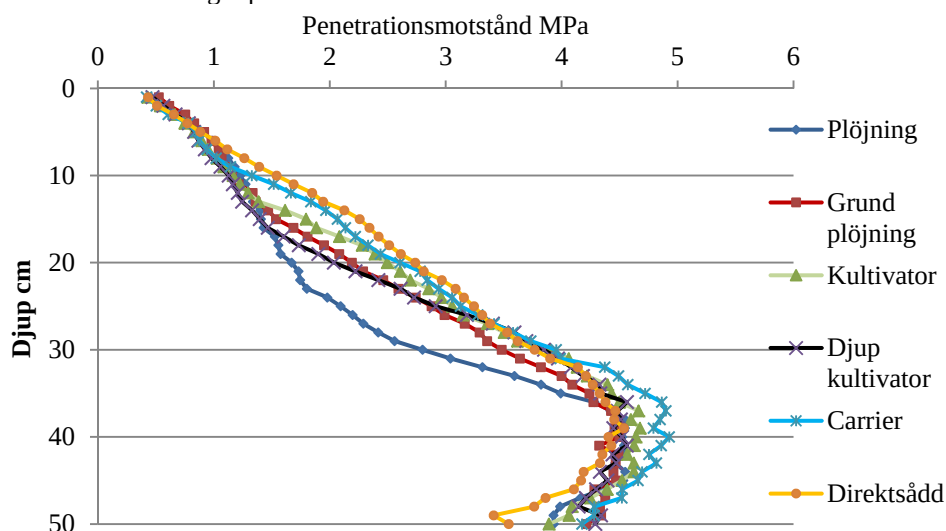
Tabell 25. DNA analyser av bladfläckssjukdomar *Drechslera tritici-repentis* (DTR), *Septoria nodorum* (SN) och *S. tritici* (ST) samt okulär bedömningen (OB) (% av bladytan)

	Brunnby				Klostergården				Säby			
	DTR	SN	ST	OB	DTR	SN	ST	OB	DTR	SN	ST	OB
God växtföljd												
Plöjning A1	13	354	2,4	3,9	755	89	1,2	9,0	333	853	175	47,5
Carrier A5	59	722	13,3	3,9	764	65	0,7	7,4	1289	989	89	42,3
Ensidig växtföljd												
Plöjning B1	10	1068	3,7	3,2	1783	156	0,8	8,2	363	857	86	39,7
Carrier B5	49	7704	1,6	3,3	834	57	0,3	8,8	612	1467	232	45,1

Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotståndsmätningar utfördes under hösten 2012 på Säby. Samma resultat erhöles från de båda växtföljderna så i figur 11 visas ett medel från båda mätningarna. Det plöjda ledet ligger under de övriga i skiktet 20-35 cm. I övrigt var det inga stora skillnader mellan leden. De minst bearbetade leden tenderar att ha högre penetrations-

motstånd i de övre skikten (5-30 cm). Det mest iögonfallande med årets mätning är dock de mycket höga värdena på penetrationsmotståndet. Ett motstånd på 2-2,5 MPa sägs ha en mycket negativ effekt på rottillväxten så värden mellan 4 och 5 är allvarligt. Dock är denna mätning utförd i augusti då ändå ingen rottillväxt skedde.



Figur 11. Penetrationsmotstånd i försök R2-4140, Säby augusti 2012.

Rotanalys

Rotutvecklingen undersöktes från 10 till 20 cm djup på prover som togs i juni 2010 på Säby. Rötterna tvättades rena från jord och scannades och den totala rotlängden och rotvolymen per kubikmeter bestämdes.

Det fanns en tendens till skillnader i rotlängd, rot diameter, förgrening och antal rötter mellan de olika bearbetningarna. De reducerade bearbetningarna hade en längre medelrotlängd än det plöjda a-ledet. Det direktsådda ledet hade den längsta rotlängden i försöket, dock var inga av skillnaderna i rotlängd signifikanta.

De två plöjda leden samt den grunda kultiveringen hade den största rot diameter i hela försöket. Carrierledet har samma rot diameter som den djupa kultiveringen. Den bearbetning som hade den minsta rot diameter var det direktsådda ledet. Inga av skillnaderna i rot diameter var signifikanta.

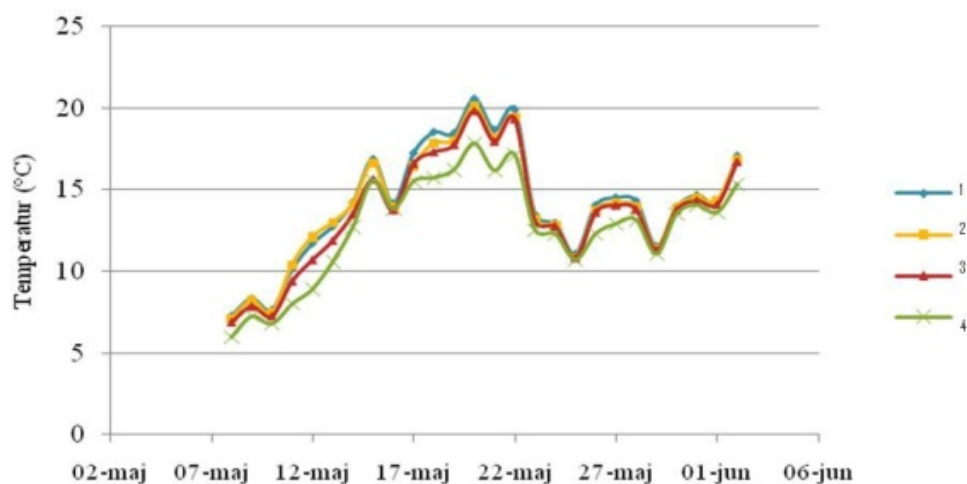
Antalet förgreningar per kubikmeter jord undersöktes även. Den bearbetning som hade det lägsta antalet förgreningar var Carrierledet. De två plöjda leden, 1 och 2, samt de två kultiverade leden, 3 och 4, hade ungefär samma antal förgreningar. Det direktsådda ledet var det led som hade störst antal förgreningar av alla bearbetningar i försöket.

Temperaturmätningar och växtrester

Halm mängden efter höstvetete graderades visuellt på fyra ställen i varje led i anslutning till plantråkningen våren 2010. En uppskattning gjordes av hur många procent halm som täckte markytan. Undersökningen av växtrester på ytan visade att det plöjda ledet hade lägst mängd halm på ytan (tabell 26) och det direktsådda ledet hade högst. Antalet daggrader hade ett omvänt förhållande jämfört med halm mängden. Värdet för den grunda kultiveringen uteblev, dock visade resultatet att det inte fanns någon större skillnad mellan djup kultivering och Carrier. Under groningen varierade temperaturen mellan 6 och 20 grader (figur 12). Upp till 3 graders skillnad i dagsmedeltemperatur uppmättes som mest mellan direktsått och plöjt.

Tabell 26. Daggrader och halm mängd för Säby, våren 2010

Bearbetning	Daggrader	Halm- mängd (%)
Plöjning	316,98	0,4
Grund kultivering		11,8
Djup kultivering	310,8	8,5
Carrier	302,64	10,9
Direktsådd	277,62	64,2



Figur 12. Medeltemperaturen per dag i försök R2-4140 Säby. Linjerna visar 1=Plöjning 23 cm, 2=Djupkultivering 20 cm, 3=Carrier 5 cm, 4=Direktsådd.

Skörd

Skörd från de olika platserna redovisas för år 2012 i tabell 27. Höstvetet hade något större avkastning i den bra växtföljden (A) jämfört med den ensidiga växtföljden (B) på Säby och tvärsom på Klostergården. Vårvetet hade även det större avkastning i den ensidiga växtföljden. Ingen av dessa skillnader var dock signifikanta.

Både för höstvetet på Klostergården samt vårvetet på Brunnby har direktsådden tappat mot samtliga övriga led, oavsett växtföljd. Mellan övriga led är det dock inte några stora skillnader. På Klostergården har direktsådden tappat upp mot 20 procent mot övriga led. På Brunnby gick direktsådden mycket dåligt. Den avkastade bara cirka 40 procent jämfört med övriga led.

I försöket på Säby har de kultiverade leden samt Carrierledet haft den största skörden med knappt tio procent större än de plöjda leden samt direktsådden.

Tabell 27. Kärnskördar (kg ha^{-1}) i försöksserie R2-4140 år 2012

	Försöksled: Bra växtföljd	Säby Höstvete	Klostergården Höstvete	Brunnby Vårvete
A1	Plöjning (23 cm)	6250	7800	4160
A2	Grund plöjning (12 cm)	6580	7740	4480
A3	Kultivator 10-12 cm	6740	7770	2850
A4	Djupkult. (styv pinne, 20 cm)	6850	7770	3900
A5	Carrier (5-7 cm)	6870	8310	2790
A6	Direktsådd	6310	7310	1740
	Ensidig växtföljd	Höstvete	Höstvete	Vårvete
B1	Plöjning (23 cm)	6160	8630	3550
B2	Grund plöjning (12 cm)	6060	8520	3160
B3	Kultivator 10-12 cm	6760	8720	2710
B4	Djupkult. (styv pinne, 20 cm)	6490	8490	3250
B5	Carrier (5-7 cm)	6680	8550	2180
B6	Direktsådd	6160	6240	1130
A	Bra	6600	7783	3320
B	Ensidig	6385	8192	2663
1	Plöjning	6205	8215	3855
2	Grund plöjning	6320	8130	3820
3	Kultivator	6750	8245	2780
4	Djupkultivator	6670	8130	3575
5	Carrier	6775	8430	2485
6	Direktsådd	6235	6775	1435
	CV %	2,9	7,8	23
	Prob F1 (växtföljd)	0,2809	0,188	0,299
	Prob F2 (bearbetning)	0,0001	0,0022	0,0003
	LSD F1 (växtföljd)	630	900	1880
	LSD F2 (bearbetning)	230	750	900

Medelskörd för alla platser och försöksår då höstveten odlats redovisas i tabell 28. Tabellen visar även höstveteskörd efter vilken förfrukt som har odlats i den bra växtföljden. Fem skördeår med oljeväxter som förfrukt och tre skördeår med ärt som förfrukt. I den ensidiga växtföljden har korn varit avbrottsgröda till höstveten. Oavsett förfrukt, avkastar den bra växtföljden ca 10 procent mer än den ensidiga växtföljden.

Resultaten visar att också i en bra växtföljd tappar direktsådd eller bearbetning med Carrier upp till 10 procent i skörd. Grund och djup kultivering samt grund plöjning har tappat 1 – 4 procent jämfört med plöjning till 23 cm.

Är förfrukten ärt tappar direktsådden uppemot 15 procent mot plogen och kultivatoren, oavsett bearbetningsdjup. Carrierbearbetningen har här tappat cirka 5 procent. Orsaken till att direktsådd efter ärt resulterar i låga skördar bör utredas vidare.

För den ensidiga växtföljden är det enbart direktsådd som resulterar i mindre skördar, cirka 10 procent, jämfört med övriga led där avkastningen är relativt lika.

Tabell 28. Medelskörd för höstveten (kg/ha^{-1}) samt relativtal (0-100) i försöksserie R2-4140, alla platser och år då höstveten odlats. Fördelat på förfrukt samt medeltal

Försöksled:		Skörd			
Bra växtföljd, förfrukt		Oljeväxter	Ärt	Medel	Plöjning=100
A1	Plöjning (23 cm)	6163=100	6567=100	6430=100	6430=100
A2	Grund plöjning (12 cm)	99	99	99	99
A3	Kultivator 10-12 cm	92	99	96	96
A4	Djupkult. (styv pinne, 20 cm)	94	100	97	97
A5	Carrier (5-7 cm)	86	94	93	93
A6	Direktsådd	91	76	88	88
Ensidig växtföljd, förfrukt		Korn	Korn		
B1	Plöjning (23 cm)	85	89	90	100
B2	Grund plöjning (12 cm)	84	90	90	99
B3	Kultivator 10-12 cm	82	90	90	99
B4	Djupkult. (styv pinne, 20 cm)	83	84	88	98
B5	Carrier (5-7 cm)	80	93	89	99
B6	Direktsådd	78	71	78	86
A	Bra	100	100	100	
B	Ensidig	88	91	91	
1	Plöjning	100	100		100
2	Grund plöjning	99	100		99
3	Kultivator	93	100		98
4	Djupkultivator	95	98		98
5	Carrier	89	99		96
6	Direktsådd	91	78		87

Kontaktperson är Tomas Rydberg;
018-67 12 00

Bearbetningssystem till lerjord och lättjord

Elisabeth Bölenius

Hösten 2010 startades tre nya försök för att studera olika bearbetningssystem, ett på lättjord och två på lerjord; till höstvet och korn. Försöken innehåller samma led. Årets resultat visar att den konventionella plöjningen gav störst skörd för höstvet, minst skörd av korn och de reducerade bearbetningarna gav större skörd än plöjning på lättjorden.

Hösten 2010 startades tre försök med olika bearbetningssystem. De tre försöken har samma led och ligger på Ultuna egendom. **R2-4150** testar olika bearbetningssystem till höstvet på lerjord, **R2-4151** till korn på lerjord och **R2-4152** testar systemen på lättjord. De ingående leden är:

- A. Plöjning (23cm) + konv.bearb.
- B. Carrier 2 ggr (5-7 cm)
- C. Grund plöjning (12-15 cm)
- D. Kultivator 2 ggr (12-15 cm)
- E. Kultivator 2 ggr (12-15 och 23 cm)

Till höstvetet harvades det en gång efter plöjning innan sådd men inte efter de reducerade bearbetningarna. Till kornet harvades alla led fyra gånger och på lättjorden harvades de plöjda leden en gång.

Resultat och slutsatser

Skörderesultaten redovisas i tabell 29. Höstvetet gav större skörd ju mer intensiv bearbetningen varit vilket var precis tvärt emot kornet. Anledningen till att led B gav så liten skörd i 4150 var att två av tre rutor hade väldigt mycket sandlosta.

Även på lättjorden var det höstvet 2012. Där gav dock de reducerade bearbetningarna störst skörd. Då försöken bara legat i två år är det svårt att dra några slutsatser om medelvärdena.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius, tel. 018-67 11 86.

Tabell 29. Skörd, kg/ha, och relativtal (led A=100) för R2-4150, R2-4151 och R2-4152

Försök	R2-4150		R2-4151		R2-4152	
	2012	medel	2012	medel	2012	medel
A. Konv. plogdjup (23cm) + konv.bearb.	6050= 100	4820= 100	2820= 100b	3140= 100	6850= 100b	4810= 100
B. Carrier 2 ggr 5-7 cm	74	73	141a	113	104a	104
C. Grund plöjning 12-15 cm	94	95	117ab	106	99b	102
D. Kultivator 2 ggr 12-15 cm	91	78	124ab	109	104a	104
E. Kultivator 2 ggr 12-15 och 23 cm	98	80	113ab	104	104a	104
Signifikansnivå	n.s.		*		*	

SÅBÄDDSDEREDNING OCH YTSKIKTETS FUNKTION

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

Fältförsöken är främst inriktade på följande problemställningar:

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

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

R2-4120	Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten	(2000)
R2-5079A	Försök med olika såbäddsberedning och såtid till våroljeväxter	(2009)

Försök med olika såbäddsberedning och sådd till våroljeväxter

Johan Arvidsson

Ett tvåfaktoriellt försök med två sådjup och två harvningsintensiteter (serie R2-5079) utfördes under 2012. Skillnader i skörd mellan behandlingarna blev små efter den nederbördsrika våren och försommaren. Den tidiga tillväxten var dock lägre vid djup sådd och ökat antal harvningar.

Oljeväxtfröet utmärks av en låg tusenkornvikt och därmed ett lågt innehåll av näring, vilket gör att det måste sås relativt grunt. Torra förhållanden i ytlagret kan försvåra uppkomsten under både höst och vår. Under 2012 genomfördes ett tvåfaktoriellt försök med två sådjup (2 och 4 cm) och två harvningsintensiteter (höstharvning och en respektive 3 vårharvningar) i serie R2-5079 på en styv lera på Ultuna.

samma tillfälle, torkades och vägdes (tabell 30. Marktäckningen var klart lägre vid djupare sådd, och vid flera harvningar. Ökat antal harvningar ökade troligtvis markens packningsgrad vilket kan ha varit negativt 2012 med höga nederbördsmängder. Vid skörd var dock skillnaden mellan leden små. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018 67 12 10.

Resultat

Marktäckning mättes i mitten av juni med två metoder, bildanalys samt efter scanning med laser. Dessutom klipptes plantor vid

Tabell 30. Marktäckning mätt med bildanalys och laser, klippt grönmassa i juni och skörd

	Bild- analys	Laser	Vikt /0,25m ²	Skörd kg/ha
2 cm, 1+1 harvning	0.82	0.92	110	2720=100
2 cm, 1+3 harvningar	0.81	0.92	101	97
4 cm, 1+1 harvning	0.73	0.78	102	100
4 cm, 1+3 harvningar	0.60	0.65	49	97
2 cm sådjup	0.81	0.92	106	100
4 cm sådjup	0.67	0.72	75	100
1+1 harvning	0.77	0.85	106	100
1+3 harvningar	0.71	0.79	75	97

Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten?

Elisabeth Bölenius och Aron Westlin

Hur finbrukad bör en såbädd vara om den är till höstvet? Under elva år har olika intensiteter i såbäddsberedning jämförts. Skördeskillnaderna har varierat mellan olika år och olika försöksled men har, sett över alla år, inte skiljt mer än någon enstaka procent. Under nederbördsrika höstar har det intensiva ledet haft avsevärt sämre avkastning då det finns en ökad risk för igenslamning.

Hösten 2000 startades ett försök, **R2-4120**, med höstvet där intensiv såbäddsberedning efter plöjning jämförs med extensiv såbäddsberedning. Försöket har alla år varit beläget på en jord med en lerhalt på ca 40 %.

Hösten 2012 bearbetades led A och B en gång med Carrier efter plöjning. Led A harvades även två gånger före sådd. Led C, som kan ses som ett mellanting mellan extensiv och intensiv såbäddsberedning, bearbetades två gånger med tallriksredskap efter plöjning och harvades en gång före sådd.

Resultat och slutsatser

Skörderesultaten från 2012 och medel av de elva försöksåren redovisas i tabell 31. Skörden 2012 var, sett till alla skördeåren,

ett typiskt år. Det var inga stora skillnader mellan de olika leden och skördenivåerna var nära medelskördarna.

Även sett över hela försöksperioden har skördeskillnaderna varit mycket små. I medeltal har den extensivare såbäddsberedningen gett lika stor skörd som det intensivt bearbetade ledet. Den intensiva såbäddsberedningen har således ej varit ekonomiskt motiverad.

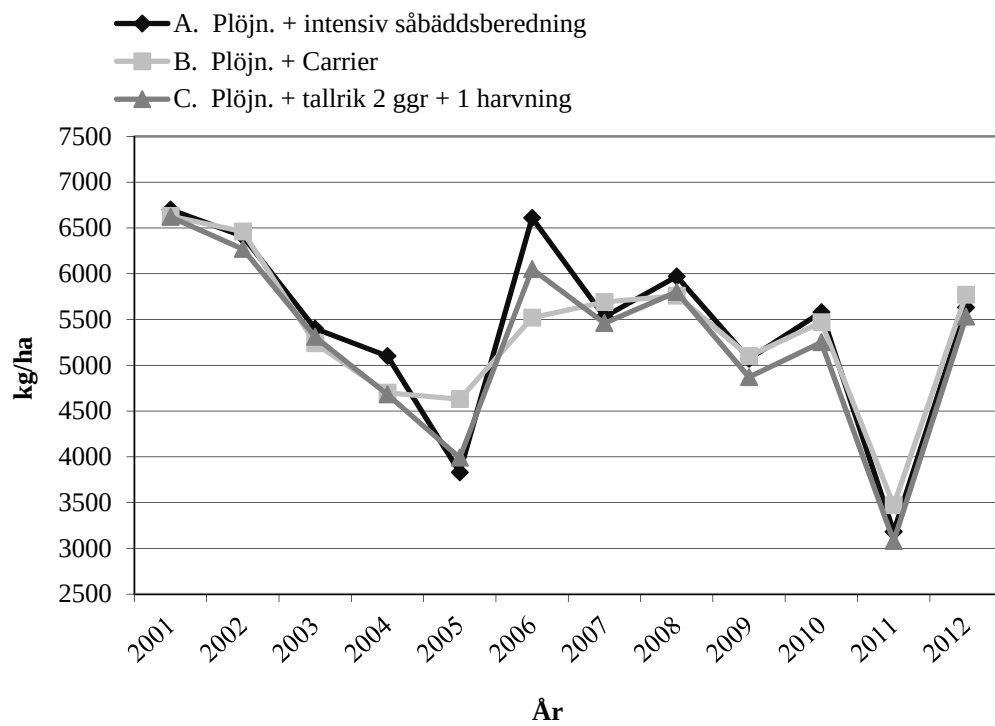
Den finbrukade såbädden i det intensivt bearbetade ledet innebär en ökad risk för slamning. Detta kan ses i figur 13 där skörden i led A är lägre än led B åren efter en nederbördsrik höst (höstarna 2004 och 2010)

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius, tel. 018-67 11 86.

Tabell 31. Skörd, kg/ha och relativtal i försöksserie R2-4120

Höstvet, Olivin	Skörd 2012		Medelskörd 2001-2012	
	kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Plöjn. + intensiv såbäddsberedning	5630	100	5418	100
B. Plöjn. + grund red. bearbetning*	5770	102	5370	100
C. Plöjn. + tallrik 2 ggr + 1 harvning	5530	98	5243	97

*Hösten 2000 t.o.m. hösten 2003 bearbetades led B med Rexius Twin efter plöjning. Därefter har en Carrier använts.



Figur 13. Skördeutveckling i försök R2-4120, åren 2001 – 2012.

Mätplattform för mätning av mark- och grödegenskaper

Johan Arvidsson, Mikael Gilbertsson, Anders Larsolle, Bo Stenberg

Under 2012 startade ett projekt, finansierat av SLF, för att konstruera en mätplattform med olika typer av online-mätningar av mark- och grödegenskaper. Mätningar har gjorts med bl.a. NIR (Near infrared reflectance), laser, spektrometer och bildanalys.

Arbetet med att utveckla en mätplattform har utförts i olika steg, från utveckling av själva mätmetodiken till test av mätmetoder i fält. Syftet med projektet är att kunna göra mer rutinmässiga, effektiva mätningar av framförallt såbäddsegenskaper och grödans etablering och utveckling. Mätningarna ska kunna utföras dels i fältförsök, och dels som en kartering av hela fält. Här ges en översikt över det arbete som utförts och exempel på hittills erhållna resultat.

Huvuddragen i arbetet har varit följande:

1. Konstruktion av vagn för bärare av mätutrustning
2. Inköp och utveckling av utrustning för olika typer av mätningar
3. Test av olika mätmetoder

Konstruktion av vagn för bärare av mätutrustning

En första konstruktion av mätvagn gjordes av Väderstadverken AB. Vagnen bestod av

en stålram med tvärsålar för montering av mätutrustning, och bars av boggiehjul för att ge vagnen en jämn gång. Det konstaterades dock att den första versionen ej var tillräckligt vridstyv för att ge en stabil gång. Vid JTI:s verkstad gjordes därför en omfattande omkonstruktion av vagnen för att öka stabiliteten. Dessutom påmonterades en plattform där det är möjligt att åka med på vagnen eller placera utrustning (Figur 14).

Olika typer av mätutrustning införskaffades eller utvecklades för de metoder som skisserats i ansökan: djupmätning med bill mot såbotten, markytans relief med laser, NIR-mätning on-line, bildanalys samt grödreflektans.

Djupmätning med bill

Djupmätning av såbotten gjordes med en såmaskinsbill av konventionell typ (figur 15). Billen var avsedd att följa



Figur 14. Mätvagn. Till höger vid körning för att bestämma såbäddsegenskaper.



Figur 15. Mätbilar på plattformen. Närmast: bill med inmonterad NIR-sensor. Bakom: såbill för mätning av bearbetningsdjup.

såbotten. Billens höjd bestämdes via en tråd kopplad till en fjäderbelastad vinkelgivare. Rörelser upp och ner gav utslag i volt, med en omräknad upplösning på 0.04 mm. Signalen kunde loggas med en frekvens på 1 kHz eller högre.

NIR-mätning

För NIR-mätning användes också en bill, avsedd att följa såbotten (figur 15). Inne i billen finns en ljuskälla samt fiberoptik för infångande av det reflekterade ljuset. I botten av billen sitter ett safirglas som är genomsläppligt för ljus och kan följa såbotten utan att skadas eller repas. Optiken är kopplad till ett NIR-instrument, ASDI FieldSpec Pro FR., som registrerar våglängder mellan 350 och 2500 nm. Mätning kan göras med en frekvens av 10 Hz.

Laser

För lasermätningar införskaffades instrumentet Eltrotec LD85. Lasern kan mäta i området 200-950 mm med en upplösning på 50 mikrometer och en

frekvens på upp till 10 kHz. Lasern monterades på ramen strax bredvid såbillen så att mätning av sådjupsbotten och markytans relief skulle ske så nära varandra som möjligt.

Bildanalys

För bildanalys användes en konventionell systemkamera av typ Canon EOS 500D. För fotograferingen monterades en hållare med hål för objektiv, kameran lades i hållaren och stadgades med stötdämpande material. Kameran kopplades sedan till en dator för överföring av bilder och med möjlighet att reglera frekvensen.

Grödreflektans

Grödreflektans mättes med en sensor som mäter hyperspektral reflektans från grödan genom att registrera instrålning från solen och radians från marken. Sensorn är utvecklad i tidigare SLF-projekt (Larsolle, 2003. *Biosystems Engineering*, 86 1-8). Denna monterades på en ställning och riktades ut vid sidan av mätvagnen (figur 16).



Figur 16. Mätning av grödegenskaper.

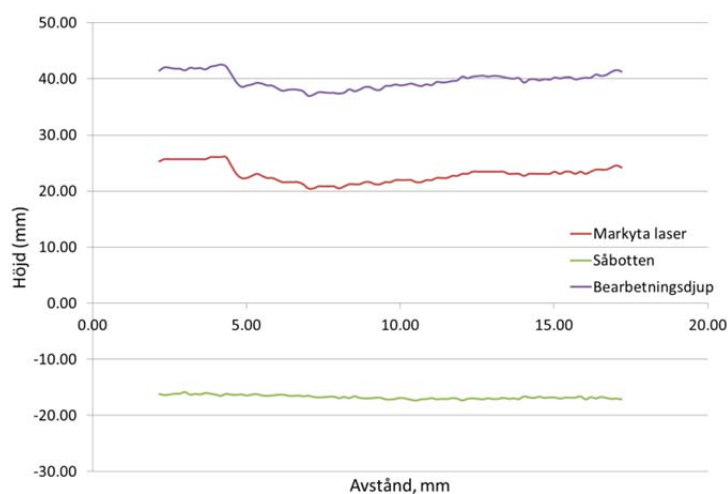
Test av olika mätmetoder

Mätvagnen testades för att mäta såbäddsegenskaper i anslutning till sådd i sammanlagt 5 försök: serie R2-4027 med olika bearbetningsdjup i plöjningsfri odling, serie R2-4127 olika bearbetningsdjup och antal överfarter med Väderstad Top-down, serie R2-4134 med plöjning, plöjningsfri odling och direktsådd, serie R2-4136 med höst-och vårbearbetning med tallrikskultivator samt serie R2-5079, olika såddjup och bearbetningsintensitet till vårraps. I samtliga fall gjordes såbäddsundersökning i samband med sådden, vilket innebar bestämning av bearbetningsdjup, bestämning av aggregatstorleksfördelning i

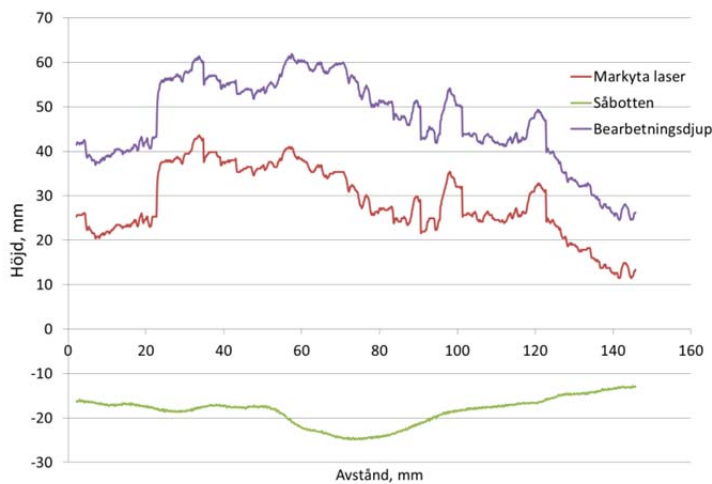
olika skikt, bestämning av ojämnheter i markytan samt vattenhalt i såbotten. Mätning av grödegenskaper gjordes i 3 försök: serie R2-4007 med plog, kultivator och tallriksredskap, serie R2-4127 samt serie R2-5079. Vagnen kördes i samtliga fall vinkelrätt mot försöksrutornas längdriktning, utanför nettoskörderutan. Den kördes med en hastighet av 2 km/h.

Mätning av markytans relief, såbotten och bearbetningsdjup

Exempel på mätning av markytans relief, såbotten samt det beräknade bearbetningsdjupet visas i figur 17 och 18. I figur 17 visas resultatet för en sträcka på ca 15 mm, i figur 18 för ca 150 mm.



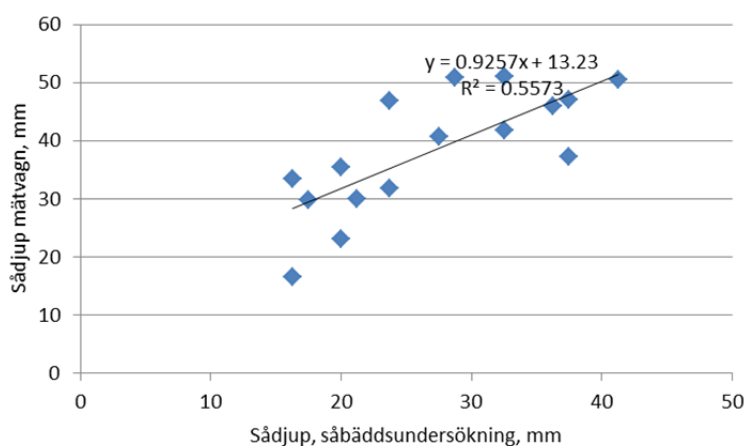
Figur 17. Exempel på mätning av markytans relief, såbotten och bearbetningsdjup. Observera skalan på x-axeln.



Figur 18. Exempel på mätning av markytans relief, såbotten och bearbetningsdjup. Observera skalan på x-axeln.

Mätning har gjorts med en frekvens på 1 kHz vilket gör det möjligt att studera ojämnheter i ytan hos enskilda aggregat. Ett exempel på mätning av sådjup i ett enskilt försök visas i figur 19, från serie R2-5079 med 16 försöksrutor och två bearbetningsdjup, 2 och 4 cm. Överensstämmelsen är relativt god mellan de värden som erhöles med mätvagnen och i den manuella såbäddsundersökningen. Värdena blev dock i genomsnitt högre för mätvagnen. En möjlig förklaring är att mätbilen ej följt såbotten tillräckligt väl

utan gått något för djupt och att bearbetningsdupet därför överskattats. Mätningarna går också att använda till en beräkning av markytans, bearbetningsbottens och sådjupets ojämnheter, t.ex. genom att beräkna standardavvikelse. Vi arbetar också med att använda resultaten för att kunna beräkna aggregatstorleksfördelning, bl.a. genom autokorrelation, d.v.s. genom att studera graden av korrelation mellan närliggande punkter.



Figur 19. Uppmätt bearbetningsdjup med såbäddsundersökning och mätvagn i försök R2-5079, med olika sådjup till vårraps.

NIR-mätningar

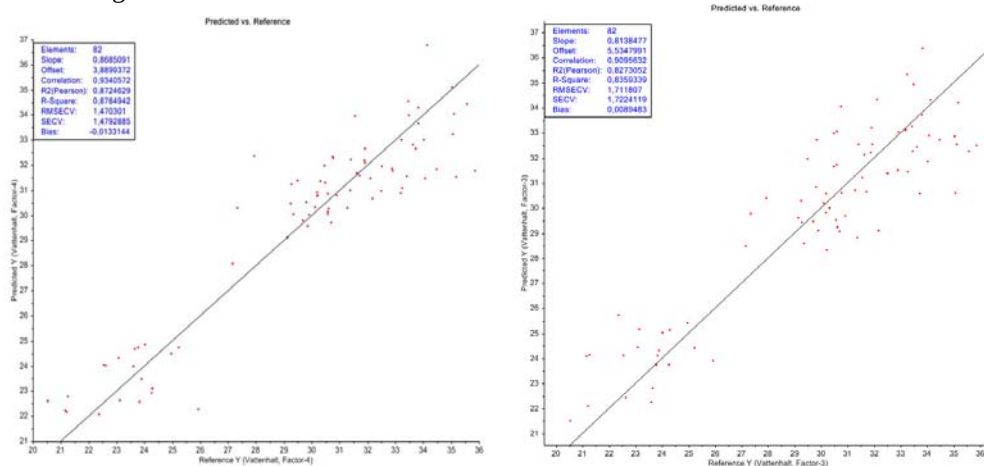
I varje försöksruta gjordes 10 eller 15 NIR-mätningar vid körning med mätvagnen. Dessutom togs i varje ruta ett gravimetriskt vattenhaltsprov på såbotten och 10 manuella mätningar med NIR på samma plats. De manuella mätningarna och vattenhaltsprovet kan därför sägas representera punktvärden medan mätningarna med mätvagnen gjordes utmed hela rutans bredd.

En jämförelse mellan resultatet av NIR-mätningarna med vagn och manuella mätningar och gravimetriska vattenhalter visas i figur 20. Korrelationen med de gravimetriska proverna är ungefär samma för mätningarna on-line och de manuella

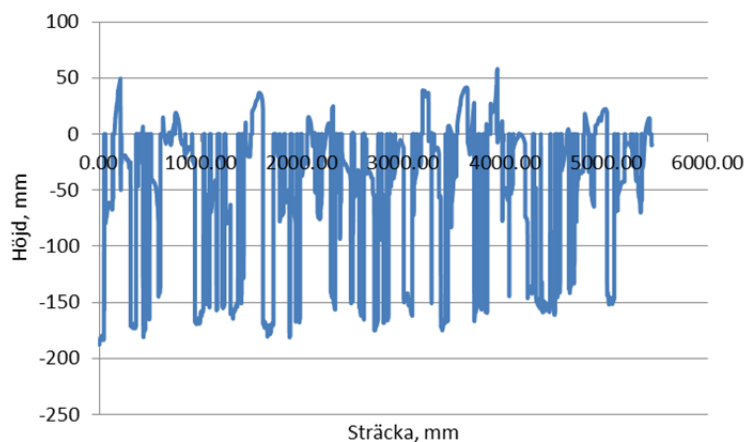
mätningarna, dock aningen högre för manuell mätning. Det finns dock en systematisk skillnad mellan spektrumen vid on-line jämfört med manuell mätning. Vad denna består i är inte helt klart, men en trolig förklaring är att inte samma ljuskälla används för de olika mätformerna.

Mätningar i grödan

Mätningar med laser i grödan gjordes bl.a. i serie R2-5079, ett exempel på mätningarna visas i figur 21. Lasern registrerar beståndets höjd, när marken ej täcks av blad träffar strålen markytan. Genom att bestämma andelen mätvärden ovan markytan kan grödans täckningsgrad beräknas.



Figur 20. Markens vattenhalt vid manuella NIR-mätningar (vänstra bilden) och on-line mätningar (högra bilden) som funktion av gravimetriska vattenhaltsprover.



Figur 21. Exempel på mätning av beståndshöjd, serie R2-5079 med oljeväxter.

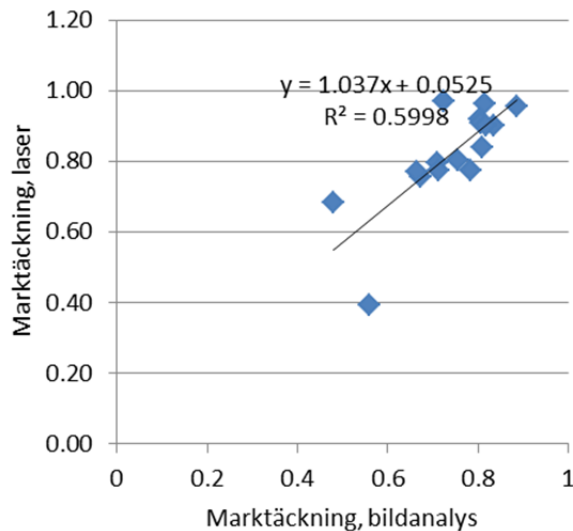
Mätning av täckningsgrad med bildanalys

Samtidigt med mätningen med laser fotograferades beståndet. Bildanalysen i denna studie utfördes i två steg, först beräknades "excess-green" (EG) från de tre färgkomponenterna i bilden (2G-R-B). Därefter valdes ett tröskelvärde i EG-bilden på en skala över vilket ytan betraktades som grön. Med tröskeln kunde sedan den binära bilden (växt eller icke växt) beräknas genom att jämföra varje pixel i växtindexbilden med tröskelvärdet. I figur 22 visas täckningsgraden mätt med laser i försök R2-5079 som funktion av

täckningsgrad bestämt med bildanalys. Värdena är i samma storleksordning, det är intressant att konstatera att regressionslinjen har en lutning nära 1 och ett intercept nära 0.

Sammanfattning

Mätningarna har utförts enligt plan och mätmetoderna har i stort sett fungerat väl. Under nästa år kommer bl.a. nya metoder för att mäta såbotten att testas, samt en fortsatt utvärdering av samtliga metoder.



Figur 22. Täckningsgrad mätt med laser i försök R2-5079 som funktion av täckningsgrad bestämt med bildanalys.

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)
R2-7119	Packning med dumper	(2009)
R2-7220	Fasta körspår (CTF)	(2010)

Sedan 2003 ingår också ett program för miljöövervakning av jordpackning. 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. Låga marktryck har höjt skörden på den styvaste jorden men i genomsnitt har effekterna av däcksutrustning varit små.

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

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

Ledet med permanent vall finns med för att kunna jämföra övriga led med ett som är helt utan bearbetning, med optimala betingelser

för strukturutveckling. Jordbearbetning i övriga led utförs med en traktor med en totalvikt på drygt 5000 kg. I led med normala marktryck används lågprofildäck (650/65-38 bak) i enkelmontage (ringtryck 90 kPa), i lågtrycksleden samma däck i dubbelmontage (ringtryck 40 kPa). Tre försök på Ultuna, varav två på mellanlera och ett på lättare jord, ingår i serien. Försöken är fastliggande och startades våren 1997. År 1998 var första skördeåret enligt försöksplanen.

Resultat

Skörd i serie R2-7115 under 2012 och i medeltal för 1998-2012 visas i tabell 32 respektive 33.

Tabell 32. Skörd (kg/ha och relativt) i försöksserie R2-7115 2012

Försök nr	641/97	642/97	643/97	Medel
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	2012
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Gröda	Ärter	Ärter	Ärter	
Plöjning, normala marktryck	3880	4150	4520	100
Plöjning, låga marktryck	114	98	101	104
Ej plöjning, normala marktryck	127	100	104	110
Ej plöjning, låga marktryck	123	102	105	109
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	117	102	104	108
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	104	100	101	102
Sign. plöjning	*	n.s.	n.s.	
Sign. marktryck	n.s.	n.s.	n.s.	
Sign. samspel	n.s.	n.s.	n.s.	

Tabell 33. Skörd (kg/ha och relativtal) i försöksserie R2-7115 1998-2012

Försök nr	641	642	643	Alla
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Försöksår	12	14	14	40
Plöjning, normala marktryck	4266	4755	4241	4428
Plöjning, låga marktryck	107	100	99	102
Ej plöjning, normala marktryck	105	101	105	103
Ej plöjning, låga marktryck	107	101	104	104
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	103	101	105	102
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	104	100	99	101

Under 2012 odlades ärter, vilket ofta betraktas som en packningskänslig gröda, i samtliga försök. Året präglades också av höga nederbörds mängder. I försök 641/97, som har styvast jord av de tre försöken, fanns också tydliga tecken på syrebrist i en del av rutorna, främst i ledet med plöjning och normala marktryck. Skörden var också klart lägst i detta led. Det är intressant att notera att den plöjningsfria odlingen gått bra i samtliga tre försök, speciellt i försök 641/97. Den plöjningsfria odlingen leder till en förtätning av den centrala matjorden som kunnat förväntas påverka ärterna negativt. Trots hög nederbörd har uppenbarligen strukturen i plöjningsfria led varit tillräckligt god för att ge samma eller högre avkastning

jämfört med plöjda led.

I medeltal för samtliga år har positiva effekter av låga marktryck endast erhållits i försök 641, som har styvast jord av försöksplatserna. En hypotes när försöksserien startades var att låga marktryck skulle vara mer positivt i ett plöjningsfritt system, eftersom jorden där ej luckras. Försöksresultaten hittills styrker inte denna hypotes utan pekar snarare på motsatsen. En förklaring kan vara att dubbelmontage givit en jämnare återpackning som varit mest positiv i det plöjda systemet.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 12 10.

Packning med dumper

Johan Arvidsson, Robert Ekholm, Mona Mossadeghi, Thomas Keller, Ararso Etana, Mats Larsbo, Nicholas Jarvis

Hösten 2009 startades två försök för att studera effekter av alvpackning. Försöken kommer att användas i ett nordiskt forskningsprojekt som bl.a. handlar om transportprocesser i packad jord. 2010 erhöles kraftiga skördesänkningar i packade led, år 2012 fanns inga ledskillnader.

Hösten 2009 startades två försök på Ultuna egendom för att studera effekter av alvpackning. Försöket ingår i ett omfattande nordiskt forskningsprojekt, POSEIDON, som bl.a. handlar om transportprocesser i packad jord. Försöksplanen (serie R2-7119) innehåller följande led:

A=packat, 4 överfarter spår i spår med lastad dumper, totalvikt 31,7 ton
B=Opackat

Packningen utfördes hösten 2009 under relativt blöta förhållanden (fig. 22). Därefter plöjdes marken. Mätningar direkt efter körning visade en kraftigt sänkt genomsläpplighet i packade led på 30 och 50 cm djup (fig. 23) Mätningar hösten 2010 visade ökat penetrationsmotstånd från 30 cm i ett av försöken (fig. 24).

År 2010 odlades vårvete, år 2011 havre och 2012 höstvete. Skörd visas i tabell 34. Under 2010 erhöles kraftiga skördesänkningar i båda försöken. År 2011 erhöles en kraftig skördesänkning i ett av försöken, medan skillnaden var liten i det andra försöket. År 2012 fanns inga skillnader i något av försöken. Plantetableringen var år 2010 något sämre i packade led men inte tillräcklig för att förklara skillnader i skörd. År 2011 fanns ingen skillnad i plantantal mellan leden

som skulle kunna förklara skördeskillnader.

Från tidigare försök med packning med tunga maskiner vet vi att en skördesänkning under efterföljande år till stor del beror på packning i matjorden, som försvinner efter några års plöjning. Skördesänkningen 2010 berodde antagligen i första hand på effekter av packning i matjorden. Förluster år 2011 kan bero på packning både i matjord och alv. Under 2012 erhöles inga behandlingseffekter vilket tyder på att effekten av matjordspackning klingat ut. Det kommer att bli intressant att följa skördeutvecklingen också under kommande år, för att se om packningen i alven kommer att ge utslag under andra väderförhållanden och i andra grödor.



Fig. 22. Packning med dumper.

Tabell 34. Skörd (kg/ha) i serie R2-7119 2010-2012

Försök	758/2009			759/2009		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Gröda	Vårvete	Havre	Höstvete	Vårvete	Havre	Höstvete
A=Packat	3240	4150	6290	4420	4190	6730
B=Opakat	5020	4940	6330	4790	4330	6730
Sign.	***	***	n.s.	**	n.s.	n.s.

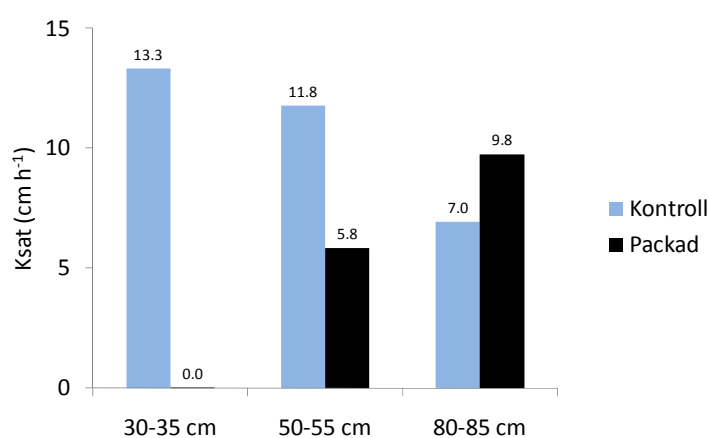


Fig. 23. Genomsläpplighet efter packning på olika djup i markprofilen.

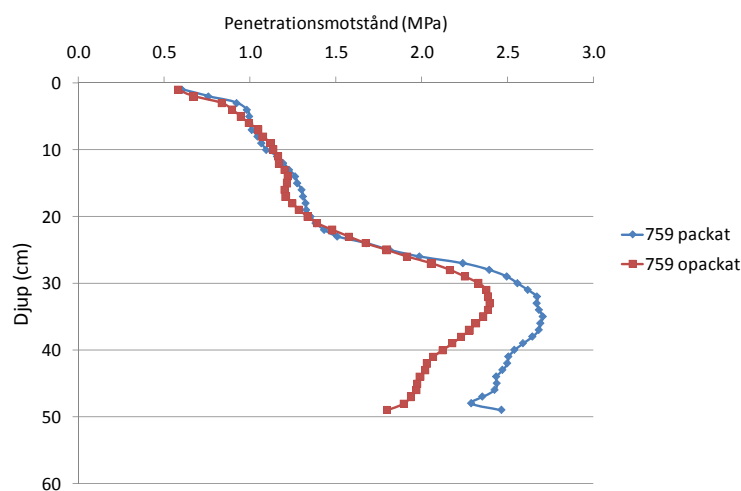


Fig. 24. Penetrationsmotstånd mätt hösten 2010.

Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur

Johan Arvidsson och Lena Holm

År 2010 startades försök med fasta körspår som skördades första gången 2011. Projektet innehåller dels två traditionella fältförsök på Ultuna och Lönnstorp, dels storruteförsök på Lydinge utanför Helsingborg. Resultaten 2011 och 2012 är ej entydiga, men på Ultuna erhöles högst skörd i de fasta körspåren.

Idag finns ett stort intresse av att minimera effekterna av packning genom att begränsa all trafik till fasta körspår (CTF; Controlled traffic farming). Av denna anledning startades 2010 ett projekt, finansierat av SLF, för att studera effekter på mark och gröda under svenska förhållanden. Projektet genomförs med två typer av försök med fasta körspår (CTF): traditionella fältförsök utlagda som randomiserade blockförsök, samt storruteförsök utlagda hos en lantbrukare som tillämpar fasta körspår. Försöken lades ut hösten 2010 och skördades första gången 2011.

De traditionella fältförsöken innehåller följande led:

A=djup plöjningsfri odling (15-20 cm), slumpmässig körning
B=grund plöjningsfri odling (5-10 cm), slumpmässig körning
C=direktsådd, slumpmässig körning
D=djup plöjningsfri odling (15-20 cm), CTF
E= grund plöjningsfri odling (5-10 cm), CTF
F= grund plöjningsfri odling (5-10 cm), CTF, efter djupluckring
G= direktsådd, CTF
H=plöjning, slumpmässig körning

Plöjning (led H) ingick ej i den ursprungliga försöksplanen, eftersom plöjning knappast kan kombineras med ett CTF-system. Vi har dock valt att lägga till plöjning i planen, framförallt för att få en ökad spännvidd vid bestämning av markens fysikaliska egenskaper.

Ett försök har lagts ut på Ultuna egendom (styv lera) och ett på Lönnstorp försöksstation (moränlätter). Försöket på Lönnstorp såddes med höstvet, medan försöket på Ultuna såddes med korn. Enligt plan skulle också Ultuna sås med höstvet men stora nederbördsmängder hösten 2010 omöjliggjorde sådd vid rätt tidpunkt.

Försök med storrutor genomförs på Lydinge gård utanför Helsingborg. Storrutor med respektive utan CTF har lagts ut på fem fält.

Mätningar

I försöken på Ultuna och Lönnstorp gjordes planräkning och handskörd i och mellan spår. Även i storrutorna på Lydinge har det gjorts planräkning och handskörd i och mellan spår. Storrutorna har dessutom skördearterats med skördetröska. Här redovisas dock endast skörderesultat från Ultuna och Lönnstorp.

För att mäta packning har mätningar med penetrometer gjorts, både i de traditionella fältförsöken och i storrutorna på Lydinge. På Lönnstorp gjordes mätningarna på hösten efter sådd och på Ultuna på våren efter sådd. På Ultuna har det också gjorts dragkraftsmätningar vid bearbetningen på hösten (redovisas ej här).

Resultat och diskussion

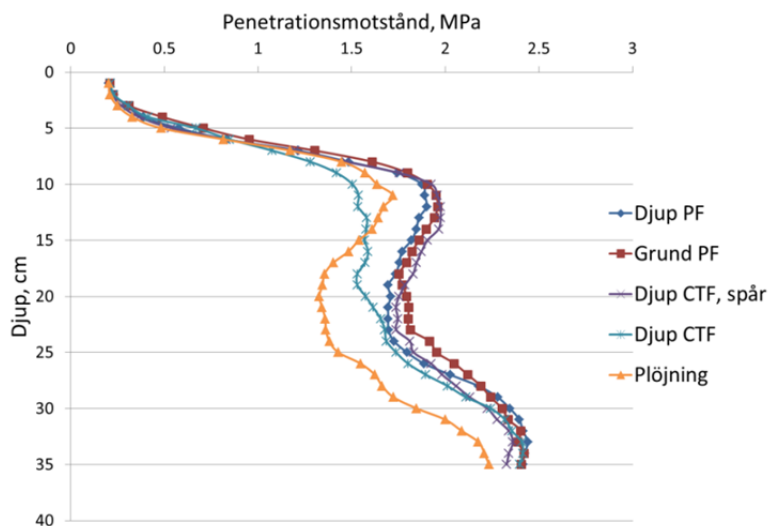
Penetrometer

Resultat av penetrometermätningar på Ultuna och Lönnstorp visas i figur 25 och 26. På Ultuna erhöles tydliga skillnader mellan leden. Motståndet var lägst efter plöjning och efter djup bearbetning i CTF. Efter djup bearbetning var motståndet klart högre vid konventionell körning och i spår

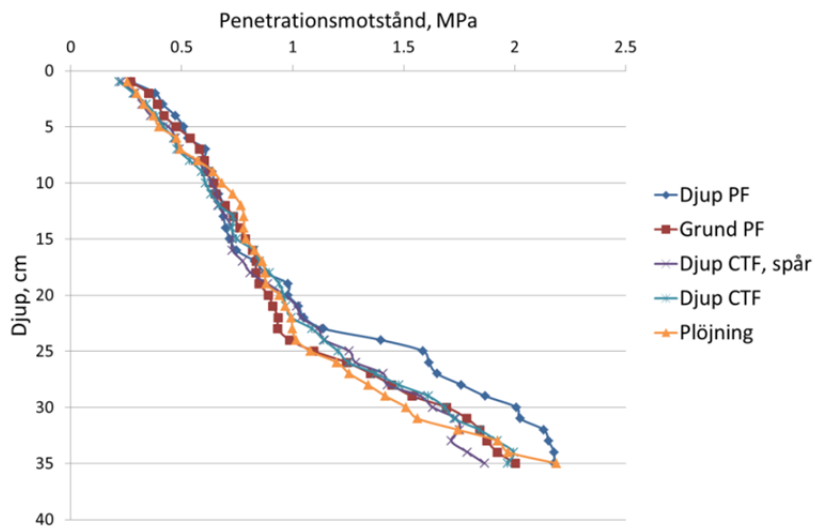
i CTF. Vid grund bearbetning var skillnaderna mellan leden betydligt mindre. På Lönnstorp var skillnaderna mellan leden små. Motståndet var också generellt lågt genom hela matjorden. Mätningen gjordes på hösten vid hög vattenhalt vilket kan vara

en förklaring till att man inte erhöll några skillnader.

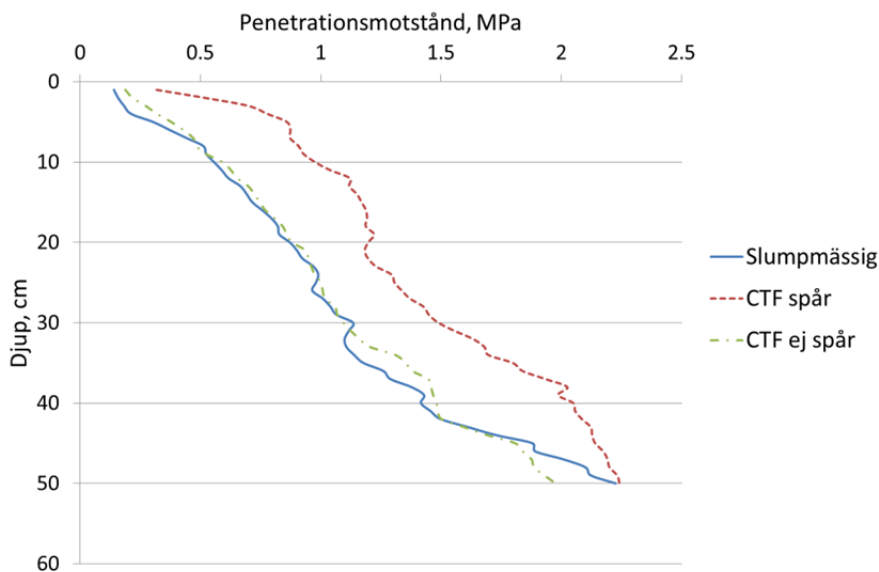
Ett exempel från mätningarna på Lydinge visas i figur 27. Motståndet var klart högre i spårerna i CTF medan det inte var någon skillnad mellan slumpmässig körning och i CTF mellan spår.



Figur 25. Penetrationsmotstånd på Ultuna 2011. För tydlighet visas endast vissa av leden.



Figur 26. Penetrationsmotstånd på Lönnstorp hösten 2010. För tydlighet visas endast vissa av leden.



Figur 27. Penetrationsmotstånd i ett av fälten på Lydinge.

Etablering och skörd

Skörd i samtliga led på Ultuna och Lönnstorp visas i tabell 35. Etableringen har varit god på båda platserna båda åren, men med ett lägre plantantal för direktsådd på Ultuna 2011 och på Lönnstorp 2012. På båda platserna erhöles en god etablering också i de fasta körspåren.

Med avseende på skörd fanns det tydliga ledskillnader på Ultuna 2011. I led med högre grad av packning erhöles generellt en högre skörd (tabell 35). Led med slumpmässig körning avkastade högre än opackad mark i CTF. Allra högst avkastning erhöles dock i de fasta körspåren i CTF-led. En trolig förklaring till detta resultat är det extremt torra vädret på Ultuna försommaren 2011, med i princip ingen nederbörd från sådd fram till mitten av juni. Erfarenheten från tidigare försök är att torra år finns ett större behov av återpackning. Det är dock förvånansvärt att packningen givit så positiv effekt också

i grunt bearbetade led. Förvånansvärt är också att högst skörd erhöles i plöjt led. Också under det regniga 2012 erhöles oftast högre skörd i spår än mellan spår. Försöksfelet var dock relativt stort 2012 och skillnaderna var inte signifikanta.

På Lönnstorp var skillnaderna mellan leden små 2011 och ej signifikanta. Skörden av korn 2012 var hög, ca 10 ton per hektar. Direktsådd gav lägst skörd, det fanns dock ingen entydig effekt av de fasta körspåren.

I tabell 36 visas medeltal för leden A, B, C med slumpmässig körning och motsvarande led med CTF, i och mellan spår. Förvånansvärt nog har skörden i medeltal varit lägst mellan spår och högst i körspåren. Försöken tyder på att det finns ett återpackningsbehov också vid grund bearbetning för att ge maximal skörd.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, 018 67 12 10.

Tabell 35. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011-12. För Lönnstorp 2011 visas kärna + halm, i övriga fall visas kärnskörd.

År	2011	2011	2012	2012	Medel
Plats	Ultuna	Lönnstorp	Ultuna	Lönnstorp	
Gröda	Korn	Höstvete	Vårraps	Korn	
A=djup PF, konv.	4180	13530	2990	10180	100
B=grund PF, konv.	107	96	115	97	104
C=direktsådd, konv.	100	95	109	98	101
D0=djup PF, CTF, opackat	100	102	102	100	101
D1=djup PF, CTF, spår	112	99	121	94	107
E0= grund PF, CTF, opackat	99	102	92	92	96
E1= grund PF, CTF, spår	110	97	104	100	103
F0= grund PF, CTF, djupl., opackat	92	103	103	94	98
F1= grund PF, CTF, djupl., spår	111	98	105	92	102
G0= direktsådd, CTF, opackat	93	96	101	90	95
G= direktsådd, CTF, spår	110	92	100	87	97
H=plöjning, konv.	124	97	108	100	107

Tabell 36. Skörd på Ultuna och Lönnstorp, medeltal för led med och utan CTF

År	2011	2011	2012	2012	Medel
Plats	Ultuna	Lönnstorp	Ultuna	Lönnstorp	
Gröda	Korn	Höstvete	Vårraps	Korn	
Medel konv. (A, B, C)	100	100	100	100	100
Medel opackat CTF (D0, E0, G0)	95	103	91	96	96
Medel spår CTF (D1, E1, G1)	108	99	100	95	101

Miljöövervakning – Markpackning

Elisabeth Bölenius, Aron Westlin och Tomas Rydberg

I Sverige har markpackningsfrågor studerats i över femtio år och i ett eventuellt kommande markdirektiv på Europainivå framhålls markpackning som ett mycket allvarligt hot mot markens långsiktiga produktionsförmåga. Sedan år 2003 inryms markpackningen i ett miljöövervakningsprogram vilket framöver kan komma att bli oerhört värdefullt oavsett markdirektivet. Programmet finansieras av Naturvårdsverket.

Mål och syfte

För en normal rotutveckling och ett bra utnyttjande av växtnäring fordras en bra struktur i alven. En svag rotutveckling ökar risken för näringsläckage. Strukturen har också stor betydelse för att dräneringen ska fungera. Förutom produktionsförmågan så påverkar en dålig dränering risken för förluster av kväve genom denitrifikation. Även avrinningen på ytan och genom jordprofilen påverkas av strukturen och därmed också risken för erosion och fosforförluster.

Syftet med detta delprogram inom miljöövervakningen är att inom de dominerande jordbruksområdena kvantifiera eventuella markfysikaliska förändringar i matjorden och alven. Packningsskador kan uppkomma i både matjord och alv. Resultaten sätts i relation till använda brukningsmetoder för att se om förändringar behöver vidtas för att uppnå det delmål som finns kring åkermarkens kvalitet i de nationella miljömålen. Ett gott strukturtillstånd i matjorden är av central betydelse för hur en profil fungerar som växtplats. Det finns bl.a. ett samband mellan strukturstabilitet och risken för fosforförluster.

Variabler

De markfysikaliska parametrar som mäts i alven är markens torra skrymdensitet, porositet och mängden luftfyllda porer vid dräneringsjämvikt, markens penetrationsmotstånd och markens mättade vatten-genomsläpplighet.

Från och med 2008 görs även dessa mätningar i matjorden.

I matjorden bestäms även aggregatstabiliteten genom uppslamning av jordprover och turbiditetsmätning. Turbiditet plus fosforhalt mäts även i dräneringsvatten från små lysimetrar (20x20 cm) uttagna i fält med jord i naturlig lagring. Dessutom mäts matjordens P-AL-tal.

Från varje plats samlas också information in kring fältets brukningsåtgärder. Likaså görs en karakterisering av fälten med mekanisk analys (% ler, mjäla, mo, sand och mull).

Resultat

Programmet startade år 2003 och omfattar 30 stycken ”typfält”. Varje år undersöks fem fält så samtliga ”typfält” var undersökta en gång efter år 2008. Andra mätomgången startade 2009 och då genomfördes mätningar på de fem platser som var föremål för undersökningar år 2003. Resultaten kommer att bli mer och mer intressanta när fler fält undersökts upprepade gånger.

Här redovisas resultat från de trettio fält som provtogs i Uppland, Södermanland, Östergötland, Västergötland, Västmanland, Närke, Värmland, Dalsland, Halland, Blekinge och Skåne år 2003 - 2010. Fälten i Uppland, Södermanland, Östergötland och Västergötland är provtagna två gånger.

Vissa svårigheter finns att få tag i maskinuppgifter från de olika fälten. I dagsläget finns maskinuppgifter för 24 av

de 30 fälten. Intresset för maskinuppgifterna finns framförallt när de olika fälten provtas vid andra omgången.

Första mätomgången:

Det som framförallt är notervärt för hela första mätomgången är de genomgående låga värdena på infiltrationen. Nästan 80 % av fälten har en mycket låg infiltrationshastighet och bara ett fält har hög infiltration.

Penetrationsmotståndet är generellt på en nivå som är lågt eller normalt. Endast fem fält har så pass högt penetrationsmotstånd från 30 cm och nedåt, att rotutvecklingen hämmas. De flesta fält följer en normal kurva med en förtätning direkt under sådjup, följt av ett luckrare parti ner till ca 20 – 25 cm där kompaktionen återigen ökar.

Andra mätomgången, fält 1 – 5:

Mättad vattengenomsläpplighet

Den mättade vattengenomsläppligheten har ökat på alla fält. På två av fälten har ökningen dock varit mycket liten. På två av fälten har den ökat från mycket låg infiltration till låg infiltration och på ett fält har den ökat från hög till mycket hög infiltration under de gångna sex åren.

Skrymdensitet

På fält nr 1 har skrymdensiteten ökat och på fält nr 3 har skrymdensiteten minskat något. På övriga tre fält har ingen förändring skett.

Porositet

På fält 2, 4 och 5 har porositeten inte förändrats. På fält nr 1 har den minskat och på fält nr 3 har den ökat. Detta stämmer med skrymdensiteten som ökat på fält 1 och minskat på fält 3. En ökning av andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har skett på två av fälten, fält 1 och 5. På fält 2 och 4 har andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck minskat. På fält 3 var den oförändrad.

Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotståndet har ökat på samtliga fält. Ökningen kan till stor del bero på torrare förhållanden vid andra mättillfället. På fält 1, 2 och 5 följer kurvorna varandra relativt jämnt vid de olika mättillfällena medan på fält 3 och 4 har penetrationsmotståndet förändrats på djupet i profilen. De båda fälten har fått en kompaktion i nivån mellan ca 10 och 25 cm där tidigare en klar luckring fanns i profilen.

Sammantaget kan sägas att infiltrationen har ökat, vilket är positivt medan den torra skrymdensiteten legat relativt oförändrad. Porositeten har inte förändrats i större utsträckning, med undantag av fält 1 där den minskat, medan andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har ökat på två och minskat på två. De fält där ökning har skett har mängden stora porer minskat och mängden små porer har ökat men den sammantagna porvolymen är lika. På de fält där andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck minskat har mängden stora porer ökat.

Fält 6 –10:

Mättad vattengenomsläpplighet

Den mättade vattengenomsläppligheten har ökat på tre fält. På två av fälten har ökningen dock varit mycket liten och ett av fälten har haft en relativt stor ökning men klassas ändå som ganska låg infiltration. På två av fälten har den mättade vattengenomsläppligheten minskat. På ett av dessa fält har den minskat från ganska låg infiltration till mycket låg infiltration och på ett fält har den minskat från låg till mycket låg infiltration under de gångna sex åren.

Skrymdensitet

På samtliga fält har skrymdensiteten minskat. På fält nr 8 har skrymdensiteten minskat mycket. På tre av fälten har resultaten dock ej varit signifikanta.

Porositet

Porositeten visar resultat motstående skrymdensiteten. Tre av fälten visar ej signifikanta skillnader och två fält visar en ökning i porositeten. En ökning av andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har skett på fyra av fälten. Tre av dessa visar signifikanta skillnader. På fält 7 har andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck minskat, dock ej signifikant.

Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotståndet har ökat på ett fält och minskat på ett fält. Penetrationsmotståndet visar dock ej på några större förändringar. Skillnaderna får tillskrivas att det förelåg olika vattenhalter vid mät-tillfällena. Det som kan noteras är dock att kurvorna följer varandra relativt parallellt.

Sammantaget kan sägas att infiltrationen är ganska låg, de stora förändringarna under perioden har varit negativa för infiltrationshastigheten. Den torra skrymdensiteten har legat relativt oförändrad, ett av fälten har dock haft en stor minskning i skrymdensitet. Porositeten har inte förändrats i större utsträckning, med undantag av fält 8, samma fält som haft en större förändring i skrymdensitet. Andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har ökat på fyra av fälten. De fält där ökning har skett har mängden stora porer minskat och mängden små porer har ökat, den totala porvolymen i dessa fält har ökat något men är i stort sett lika.

Fält 11-16

Mättad vattengenomsläpplighet

Den mättade vattengenomsläppligheten har inte förändrats nämnvärt. Fyra av fälten har fortfarande mycket låg genomsläpplighet, på tre av dessa har den t.o.m. minskat något. Det femte fältet har ökat marginellt men har fortfarande låg genomsläpplighet.

Skrymdensitet

På två av fälten har skrymdensiteten ökat något. På ett fält har skrymdensiteten minskat och på två fält har det inte skett någon förändring.

Porositet

Porositeten visar resultat motstående skrymdensiteten. Två fält har minskad porositet, ett har ökad och på två fält har ingen förändring skett. En ökning av andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har skett på ett av fälten. På tre fält har andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck minskat och på ett fält har ingen förändring skett.

Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotståndet har varit oförändrat på ett fält och ökat på fyra fält. På två av dessa fält kan ökningen tillskrivas att det var torrare vid det andra mättillfället. På de andra två fälten var det dock blötare i marken 2011 än 2005. Det som kan noteras är att kurvorna följer varandra relativt parallellt utom på ett fält. Skillnaden på det fältet beror troligen på den mycket lägre vattenhalten i marken.

Sammantaget kan sägas att infiltrationen är mycket låg, det har inte skett några stora förändringarna under perioden. Den torra skrymdensiteten har legat relativt oförändrad. Porositeten har inte förändrats i någon större utsträckning. Andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har minskat på tre av fälten. De fält där minskning har skett har mängden stora porer ökat och mängden små porer har minskat, den totala porvolymen i dessa fält har minskat något eller varit oförändrad.

Slutsats

På fält nr 1 har kompakteringen i alven ökat. Detta kan troligen härledas till de tyngre maskiner som trafikerat fältet innan andra mätomgången.

På fält nr 3 har förhållandena i alven förbättrats. På detta fält har brukningssättet ändrats från konventionell plöjning till att

enbart köra med grund bearbetning med tallrikskultivator.

Resterande fält från första omgången (2, 4 och 5) har inte förändrats i någon större utsträckning.

På de fem fält som provtogs under 2010 har förhållandena blivit något bättre med en antydning till lägre kompaktering i alven.

På fält 13 har kompakteringen på 30 cm ökat med en lägre porositet som följd och där har även andelen stora porer minskat i alven. Även penetrationsmotståndet har ökat. Detta kan bero på att fältet trafikerats av tyngre maskiner före andra mättillfället. Generellt på de fält som provtogs under 2011 har det dock inte skett någon större förändring.

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-67 12 00.

För mer resultat, se: www.slu.se/jbhy och Miljöövervakning – Markpackning

VÄXTNÄRINGSUTLAKNING OCH EROSION

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. Verksamheten är främst inriktad på följande frågeställningar:

- att studera inverkan av bearbetning på fosforerosion
- att studera olika jordbearbetningssystemers inverkan på kväveutlakning
- 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:

R2-8402-05	Grön mark och N-utlakning
R2-8407	Kväveeffektiv jordbearbetning

Jordbearbetning - kväveutlakning

Åsa Myrbeck

R2-8405 är ett långliggande fältförsök där vi undersöker olika bearbetningsstrategiers inverkan på mineralkvävemängderna i marken under höst och vår och därmed också på risken för läckage av kväve till vattendrag.

Genom jordbearbetningen stimuleras och initieras nedbrytning av organiskt material. Med hänsyn till miljön är det viktigt att med hjälp av jordbearbetningen försöka styra kväveomsättningen så att frigörelsen av mineraliserat kväve minimeras under de årstider då risk för kväveförluster föreligger.

Sedan starten 1993 har vi i försöket studerat hur olika bearbetningsstrategier i kombination med olika halm- och fånggrödebehandlingar påverkar kvävedynamiken i marken. Försöksplatsen är en sandig grovmo (mmh l sa Mo) på Mellby i Halland och försöket ligger som ett blockförsök med tre upprepningar. 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.

Försöksplanen, såsom den har sett ut mellan år 2004 och 2012, presenteras i tabell 37. Under dessa år har tyngdpunkten legat på inverkan på mineralkvävemängderna i marken under vinterhalvåret av höst- respektive vårbearbetning i system med och utan

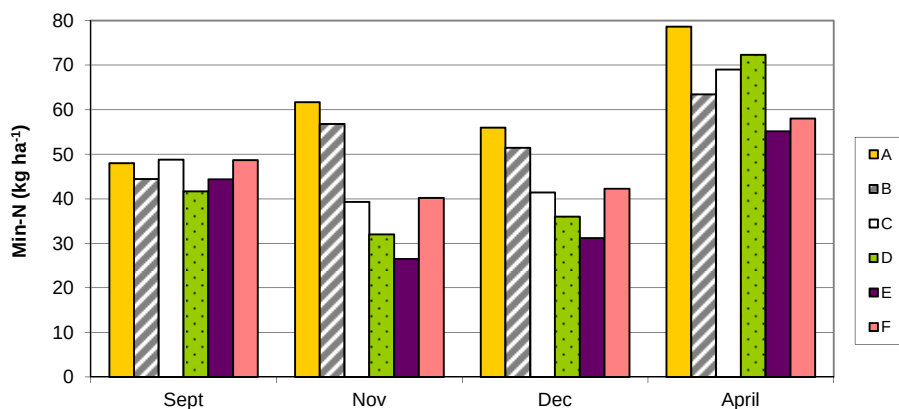
fånggröda; ett försöksupplägg konstruerat utifrån dagens system med bidrag till lantbrukaren för vårplöjning och fånggröda.

Resultaten har bekräftat slutsatserna från tidigare år, att tidpunkten för jordbearbetning på hösten starkt påverkar ansamlingen av mineralkväve i marken under hösten och vintern och därmed även risken för utlakning av kväve. Innehållet av mineralkväve i marken på hösten var större i tidigt bearbetade led än där bearbetningen senarelagts (figur 28).

Fånggrödan, både när den brukades ner på hösten och där den brukades ner på våren, minskade effektivt kvävenivåerna i marken under höst och vinter (figur 28). Jämfört med tidig plöjning utan fånggröda gav en sen höstnedbrukning av fånggröda en minskning i skiktet 0-90 cm på 20 kg mineralkväve ha⁻¹ i december, varav den senarelagd bearbetning stod för 60 % av effekten och fånggrödan för 40%. När fånggrödan istället brukades ner på våren var motsvarande minskning 25 kg ha⁻¹ och där kunde 70 % av effekten härröras till bearbetningen och 30% till fånggrödan.

Tabell 37. Försöksplan för försök R2-8405 på Mellby, 2004-2012

Led	Plöjningstidpunkt, fånggröda	Halmbehandling	Fånggröda
A	1:a v i sept	Nedplöjes	
B	1:a v i sept	Bortföres	
C	1:a v i nov	Nedplöjes	
D	1:a v i nov	Nedplöjes	Eng. rajgräs
E	Vårplöjning	Nedplöjes	Eng. rajgräs
F	Vårplöjning	Nedplöjes	



Figur 28. Mineralkväve (kg N ha^{-1}) i marken i 0-90 cm i medeltal september 2004-våren 2012 vid respektive provtagningspunkt i de olika bearbetningsleden i försök R2-8405, Mellby (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).

Vårplöjning utan fånggröda innebar något högre kvävenivåer under hösten jämfört med fånggrödeleden, men däremot tycktes mineraliseringen under vintern vara som lägst i detta led. Nedbrukning av fånggröda sent på hösten gav upphov till en kraftig ökning av markkvävemängderna mellan december och mars (37 kg ha^{-1}) jämfört med system med fånggröda nedbrukad på våren (27 kg ha^{-1}) eller vårplöjning utan fånggröda (17 kg ha^{-1}).

Till skillnad från tidigare år, då fånggrödan mycket stabilt minskade mängden mineralkväve i marken under höst och vinter uppvisade sen höstplöjning med fånggröda denna period, två år av sex, högre markkvävenivåer än sen höstplöjning utan fånggröda. Det är möjligt att en uppbyggd pool av organiskt material nu börjat ge en ökad mineralisering i ledet med fånggröda, som vissa höstar överstiger fånggrödans kväueupptag.

Det har ansetts att inbrukning av halm på hösten medför ökad immobilisering av kväve och därmed minskar utlakningsrisken. I detta försök tycks dock

denna effekt varit begränsad till de första tre åren. De senaste årens resultat har tvärtom visat en trend mot högre mineralkvävehalter i led där halmen kontinuerligt brukats ner.

Betydelsen av bearbetningstidpunkt visade sig vara betydligt större efter ärtor med dess kväverika skörderester än efter stråsäd och oljevaxter som inte riktigt gick att skilja åt.

Den mest gynnsamma plöjningstidpunkten ur skördesynpunkt varierade mellan åren. Störst blev skörden i det nyinförda ledet med fånggröda som brukas ner på våren. Vi såg således ingen negativ effekt av en eventuell immobilisering av kväve efter nerplöjning strax före sådd. Halmbortförelse resulterade i något bättre skördar än halmnedbrukning.

Från och med hösten 2012 gäller en ny försöksplan i försöket (tabell 38). Tre nya potentiella åtgärder för minskade utlakningsförluster av kväve har införts. Det är återpackning av höstplöjda led (med tiltpackare och en höstharvning), etablering

av oljerättika som mellangröda samt etablering av en leguminos (luddvicker) i sambestånd med sandhavre. Båda mellangrödorna etableras efter en ytlig bearbetning.

Resultat fram till och med år 2011 finns redovisade i Meddelanden från

Jordbearbetningsavdelningen nr 29, 1999, och i Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen nr. 110, 2006 och nr. 123, 2012. Försöket finansieras av Jordbruksverket. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213 och Tomas Rydberg, 018-671200

Tabell 38. Försöksplan för försök R2-8405 på Mellby från och med hösten 2012

Led	Bearbetning	Återpackning	Fånggröda	Halm-behandling
A	Plöjning 1:a veckan i september	-	-	Nedplöjes
B	Plöjning 1:a veckan i september	-	-	Bortföres
C	Plöjning 1:a veckan i september	Tiltpackare, 1 hösthavning	-	Nedplöjes
D	Carrierbearbetning tidig höst, vårplöjning	-	Luddvicker+sandhavre/ Oljerättika ¹	Nedplöjes
E	Plöjning på senhösten ca 1/11	-	Eng. Rajgräs	Nedplöjes
F	Carrierbearbetning tidig höst, vårplöjning	-	Luddvicker+sandhavre/ Oljerättika ¹	Nedplöjes
G	Vårplöjning	-	Eng. Rajgräs	Nedplöjes
H	Vårplöjning	-	-	Nedplöjes

¹ Luddvicker+sandhavre sås i led D år 1 och 3 och i led F år 2. Oljerättika sås i led D år 2 och i led F år 1 och 3.

Kväveeffektiv jordbearbetning

Åsa Myrbeck

I det här försöket har vi jämfört kväveutlakningen från två olika jordbearbetningssystem i en och samma sexåriga växtföljd. Skillnaden i utlakning har varit stor mellan systemen medan skillnaderna i medelskörd varit små. Resultaten visar att det är möjligt att spara kväve genom att anpassa metoderna för jordbearbetning till växtföljden.

Vad ett antal olika kvävebesparande åtgärder får för ackumulerad effekt när de appliceras inom en och samma växtföljd har belysts i fältförsök **R2-8407**. På sex specialtäckdikade rutor på en grovmojord på Mellby i Halland har vi jämfört två olika bearbetningssystem i en sexårig växtföljd. Under två växtföljdsomgångar (2*6 år) har vi studerat mineralkvävedynamik i marken under höst

och vinter och kväveutlakning. Det ena systemet har betraktats som konventionellt och det andra som "kväveeffektivt". I det kväveeffektiva systemet har det ingått åtgärder som att senarelägga bearbetningen till sen höst eller vår, direktsådd av höstvet, insådd av fånggröda i höstvet, brytning av fånggröda på våren istället för på hösten och tidig sådd av såväl höst- som vårrödor (Tabell 39).

Tabell 39. Jordbearbetning respektive grödor i två olika jordbearbetningssystem i en sexårig växtföljd. Hydrologiska försöksår, 1 juli – 31 juni

Växt-följdsår	Gröda (skördeår)	Försöksår	Konventionell bearbetning	Kväveeffektiv bearbetning
1	Vårkorn + engelskt rajgräs (2001, 07).	2000/01, 2007/08	Sen höstplöjning. Sådd av huvudgröda och klöver/gräs-blandning vid normal såtid.	Fånggrödan växer under hösten. Vårplöjning med tiltpackare. Tidig sådd av huvudgröda och klöver/gräsblandning.
2	Grön-gödsling ¹ (2002, 08)	2001/02, 2007/08	-	-
3	Höstvet (2003, 09)	2002/03, 2008/09	Brytning av vall i augusti. Sådd av höstvet sent i sept.	Brytning av vall samtidigt som i A. Sådd av höstvet efter en vecka. Insådd av engelskt rajgräs i höstsåden på våren.
4	Vårkorn + engelskt rajgräs (2004, 10)	2003/04, 2009/10	Tidig stubbearbetning. Sen höstplöjning. Sådd av huvudgröda och engelskt rajgräs vid normal såtid.	Fånggrödan växer under hösten. Vårplöjning med tiltpackare. Sådd av huvudgröda och engelskt rajgräs vid normal såtid.
5	Vårolje-växter (2005, 11)	2004/05, 2010/11	Sen höstplöjning.	Vårplöjning med tiltpackare.
6	Höstvet ² (2006, 12)	2005/06, 2011/12	Plöjning genast efter skörd. Sådd av höstvet sent i sept.	Direktsådd av höstvet tidigt i sept. Insådd av engelskt rajgräs i höstsåden på våren.

¹ Baljväxtandelen i fröblandningen var 30 % i växtföljdsomgång 1 och 24 % i omgång 2.

² I växtföljdsomgång 2 (våren 2012) direktsåddes försöket med vårvete eftersom höstvetegrödan till stora delar utvintrade.

Mängden dräneringsvatten från respektive ruta har mätts och analyserats på kväveinnehåll. Likaså har mängden mineralkväve i markprofilen bestämts vid ett antal tillfällen under höst, vinter och vår och kväveinnehållet i växtlighet har analyserats.

Resultaten från den första växtföljdsomgången (00/01–05/06) visade på mycket stora skillnader i kväveläckage mellan systemen, speciellt under höst och vinter (figur 29). Där vi hade satt in åtgärder för att minimera läckaget minskade det 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. Under den andra växtföljdsomgången (06/07–11/12) var skillnaden mellan systemen mindre. Totalt läckte då 33 kg mindre kväve per hektar från det kväveeffektiva systemet än från det konventionella. De två växtföljdsomgångarna överensstämde dock väl vad gällde mönstret för mineralkväve i marken och nitratutlakning.

De mätningar av mineralkväveinnehållet i marken (figur 30 och 31) som gjordes visade mycket god överensstämmelse med utlakningen, mycket kväve i marken – stor utlakning och små mängder i marken – liten utlakning. De åtgärder som vidtogs minskade mineraliseringen och bidrog samtidigt till att skjuta den några månader framåt i tiden vilket gjorde det mineraliserade kvävet mindre utsatt för läckage. De enskilda åtgärder som hade störst effekt var en månads tidigareläggning av höstvetesådden efter vallbrott och insådd av fånggröda i höstvetet på våren.

I snitt över båda växtföljdsomgångarna gav det kväveeffektiva systemet 5% mindre skörd än det konventionella (tabell 40). Skörden av vårkorn var genomgående mindre i det

kväveeffektiva systemet medan resultatet för de övriga grödorna varierad. Förklaringen var förmodligen att en del av de metoder som tillämpades, t ex vårplöjning, gynnade tillväxten av kvickrot. Räknat på hur mycket kväve som läckte i förhållande till producerad mängd spannmål under en växtföljd blev det 8,3 kg per ton spannmål i det konventionella 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. Att en utlakningsminskning med 50% under den första växtföljdsomgången endast motsvarades av en minskning med 18% under den andra skulle kunna vara en årsmånseffekt. Det finns dock anledning att tro att systemet nu börjar leverera tillbaks en del av tidigare inlagrat kväve. Oförändrat positiva effekter av enskilda åtgärder kan kanske inte förväntas vid kontinuerlig tillämpning.

Försöket avslutades i juni 2012. Under 2013 kommer vi fortsätta att analysera dräneringsvattnet på kväve för att undersöka eventuella efterverkans effekter.

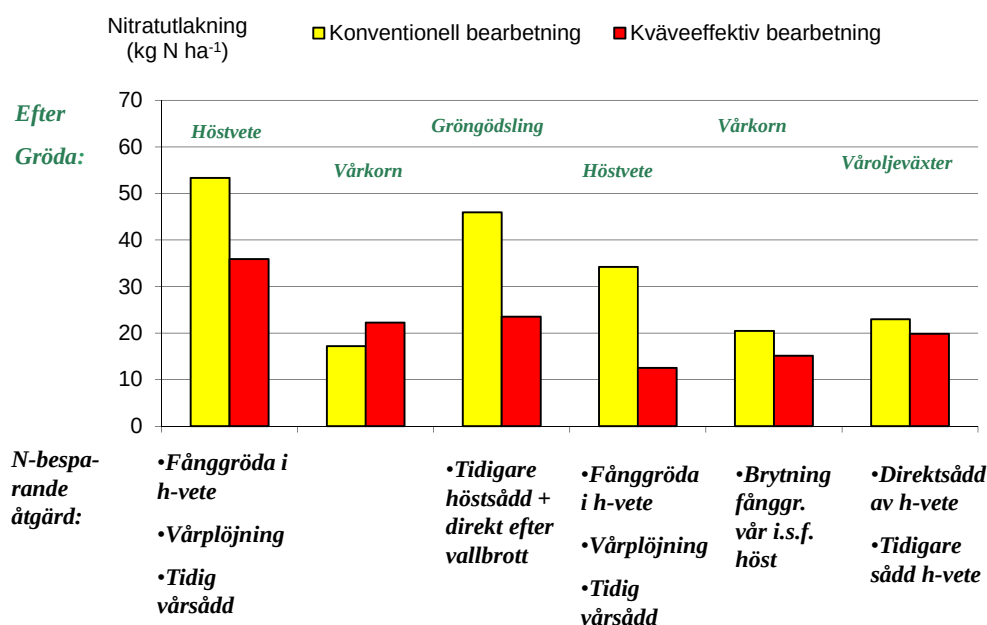
En mer utförlig redovisning av projektet finns i "Rapporter från Jordbearbetningen nr. 124, 2012". Försöket har finansierats inom SLU:s ram för långliggande fältförsök. Provtagningen under den första 6-årsperioden finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning och den andra av Jordbruksverket. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-67 12 13 och Tomas Rydberg, 018-67 12 00.

Tabell 40. Skörd (kg ha^{-1} vid 15 % vattenhalt) i försök R2-8407. Medel av växtföljdsomgång 1 och 2 (gröngödslingsgrödan är inte medräknad i medelavkastningen). Led A: Konventionell bearbetning, Led B: Kväveeffektiv bearbetning

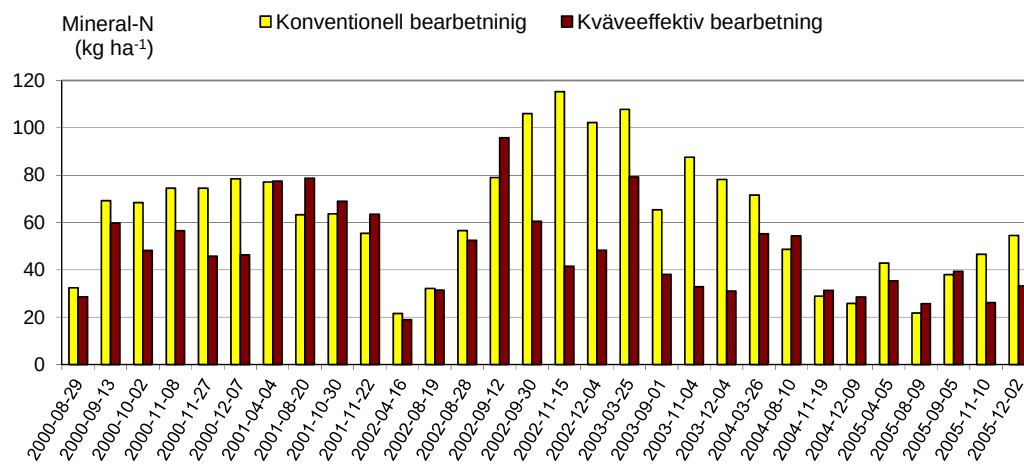
	Vårkorn	Gröng.vall ¹	Hvete	Vårkorn	Vårrops	Höstvete ²	Medelavkastning
	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	
A	4550	1726	5015	5140	1550	4349	4121
B	4485	1800	4420	4955	1645	4134	3928
p-värde	0.193	0.798	0.083	0.269	0.589	0.240	0.183

¹ Angett i kg torrsustans.

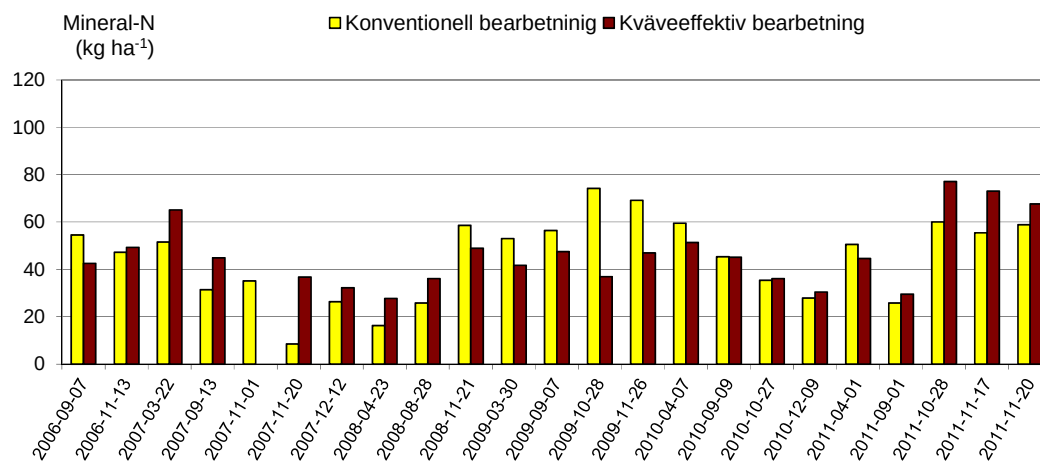
² År 2012 ersattes höstvetet av en vårvetegröda då höstvetet till stora delar utvintrade i båda leden.



Figur 29. Utlakning av nitratkväve (kg N ha^{-1}) under respektive hydrologiskt år i växtföljden som ett snitt av de två växtföljdsomgångarna. I figuren anges också efter vilken gröda mätningarna är gjorda samt de åtgärder som vidtagits under mätperioden.



Figur 30. Mineralkväve i marken, 0-90 cm djup, i konventionellt och kväveeffektivt system under den första växtföljdsomgången.



Figur 31. Mineralkväve i marken, 0-90 cm djup, i konventionellt och kväveeffektivt system under den andra växtföljdsomgången.