

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGEN

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

Nr 128

2014

Johan Arvidsson, redaktör

**Jordbearbetningens
årsrapport 2013**



INLEDNING

Denna rapport tar upp större delen av fältförsöksverksamheten avseende jordbearbetning under 2013. 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 tillgängliga på jordbearbetningens hemsida (www.slu.se/jbhy).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem	4
Olika bearbetningssystem - luckringsbehov	5
Mängd och fördelning av kol och växtnäring vid olika bearbetningssystem	6
Olika bearbetningssystem - jordpackning	8
Olika bearbetningssystem - gödselplacering	10
Olika bearbetningssystem - halmbehandling	11
Bortodling av myr	13
Direktsådd	14
Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling	16
Jordbearbetningstidpunkt på hösten - inverkan på skörd, markstruktur och kväve mineralisering	18
Ekoskär och kalk	20
Carrier på hösten eller våren	23
Försök med Väderstads Top Down	24
Optimering av reducerad bearbetning	26
Såbäddsberedning och ytskiktets funktion	41
Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten	42
3D-kamera och laser för bestämning av markens ytstruktur, främst såbäddsegenskaper	44
Försök med varierande gödselplaceringsdjup	50
Jordpackning, markstruktur och markvård	52
Låga marktryck i odling med och utan plöjning	53
Packning med dumper	55
Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur	57
Miljöövervakning, markstruktur och markvård	65
Växtnäringsutlakning och erosion	69
Jordbearbetning – kväveutlakning	70
Kväveeffektiv jordbearbetning	74

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
R2-4136	(2005)	Carrier på hösten eller våren
R2-4127	(2004)	Försök med Väderstads Top Down
R2-4140	(2005)	Optimering av reducerad bearbetning

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 2012 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 2013 var grödan ärter. Etableringen var bra i samtliga led som inte plöjdes hösten 2012. Skörden var överlag klart bäst i ej plöjda led.

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 1. Skörd, kg/ha, och relativtal (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007, 2013

Försök nr, jordart	Län/plats	Gröda	Förfr.	Plöjn	Plöjn vissa år, grund bearb	Plöjn vissa år, djup bearb	Aldrig plöjn grund bearb	Aldrig plöjn djup bearb	Sign
141/74 mmh SL									
2013	Ul	Ärter	Havre	1590	151	124	151	135	*
1975-2013				100	106	106	105	105	

Mängd och fördelning av kol och växtnäring vid olika bearbetningssystem

Ararso Etana, Johan Arvidsson, Tomas Rydberg

I försök R2-4007 (föregående sida) undersökte vi totalmängd samt fördelningen av växtnäring och kol i marken. Som väntat ackumulerades P, K och C i ytlagret vid kontinuerlig kultivering till 10-12 cm. Den totala mängden kol i 0-50 cm av markprofilen varierade från 87 till 92 ton/ha men utan några signifikanta skillnader mellan bearbetningssystemen. Mängden förrådsfosfor var minst vid ytlig bearbetning och störst vid alternerande bearbetning.

Reducerad bearbetning och användning av icke-vändande bearbetningssystem leder till stratifiering av framför allt kol, fosfor och kalium. I serie **R2-4007** undersökte vi effekter av olika bearbetningssystem på fördelning och ackumulering av dessa ämnen.

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.

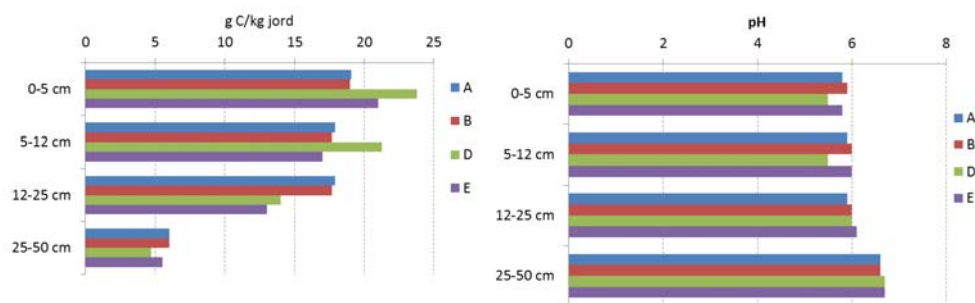
I försöket undersökte vi år 2010 koncentrationen av kol, fosfor (förråd och tillgängligt P) och kalium samt pH i olika markskikt till 50 cm. Resultatet av mätningarna visas i figur 1-4. Stratifiering av C, P och K var tydlig i led med icke-vändande jordbearbetning, dvs. enbart ytbearbetning eller kultivering till plogdjup. Den totala mängden organiskt C och förrådsfosfor (P-HCl) anges i figur 1 respektive 2. Mängden organiskt C i markskiktet 0-50 cm varierade mellan leden från 87 till 92 ton/ha, vilket är normalt för svenska lerjordar. Skillnaderna mellan leden var inte statistiskt signifikanta. Denna och tidigare studier (Etana m fl., 1999) visar att reducerad jordbearbetning inte leder till ökad kolinlagring i lerjordar i kallt klimat.

Ytterligare utvärderingar av liknande försök pågår.

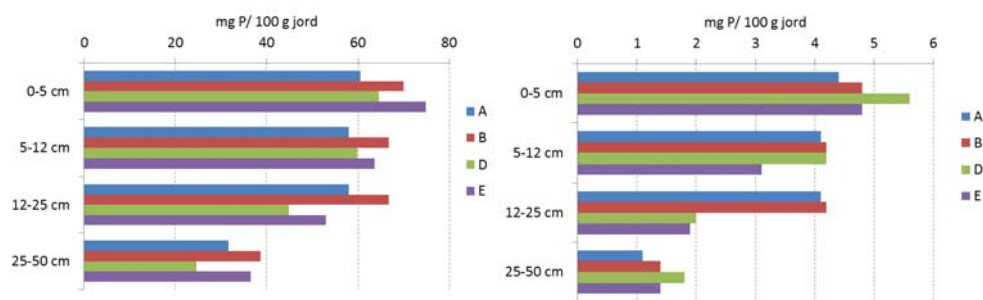
pH i ytlagret (fig. 1) blev något lägre vid ytbearbetning jämfört med ett plöjt system (5,5 respektive 6,0). Detta beror på att nedbrytning av växtrester, som är en surgörande process, sker nära markytan. I och med att fosfor koncentreras till markytan kan en kalkning vara särskilt motiverad för att öka lösligheten av fosfor vid kontinuerlig ytlig bearbetning. Anmärkningsvärt att notera är effekten av olika bearbetningssystem på förrådsfosfor. Mängden P var minst vid kontinuerlig ytlig bearbetning och störst vid alternerande bearbetning, dvs. 3-4 år ytlig bearbetning följt av plöjning. En stor minskning av förråds-P kan inte förklaras med skördeskillnader och anledningen bör undersökas vidare.

Överlag verkar det som att ett alternerande bearbetningssystem är mest gynnsamt när det gäller utjämning och hushållning av fosfor. Skiktning av växtnäring i matjordsprofilen vid icke-vändande, särskilt grund bearbetning bör beaktas vid markkartering och gödselplanering för att minska risker för fosforförluster i form av t.ex. yterrosion. Även om det är gott om näring i ytlagret kan försommartorka hämma växtnäringsupptagning.

Kontaktperson: Ararso Etana, tel. 018/67 12 59.

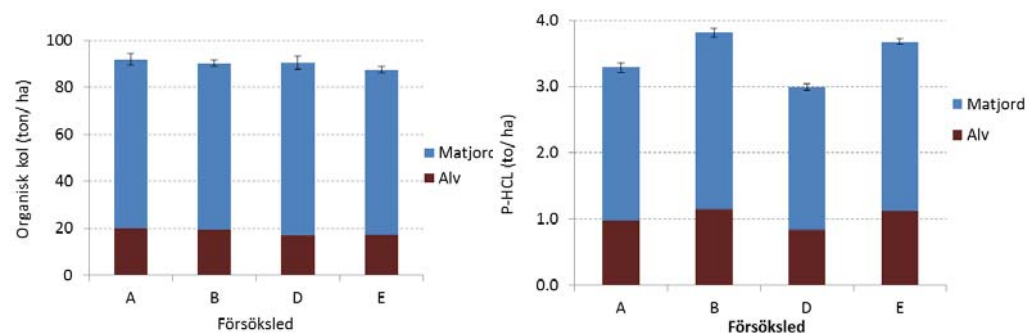
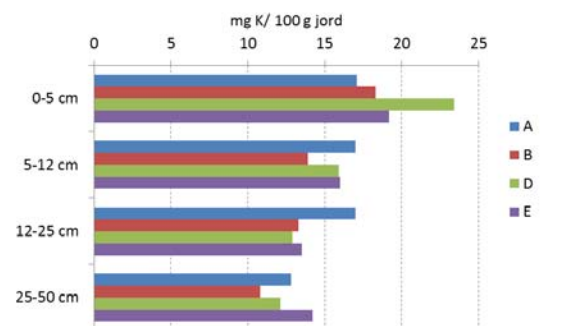


Figur 1. Halt av organiskt kol (vänster) & pH (höger) i olika markskikt.



Figur 2. Halt av förrådsfosfor (vänster) & växttillgängligt P (höger) i olika markskikt.

Figur 3. Halt av kalium (K-AL) i olika markskikt.



Figur 4. Total mängd organiskt kol (vänster) & förrådsfosfor (höger) i 0-50 cm.

Olika bearbetningssystem-jordpackning

Tomas Rydberg

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

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

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

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

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

Serien har sedan 1989 endast omfattat ett fastliggande försök på Lönnstorp. 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 höstvet. I genomsnitt var skörden i plöjda led högre än i de plöjningsfria och någon positiv effekt av den djupare bearbetningen kunde ej konstateras. Djupkultiveringen höjde skörden år 1993 och

1994 till sockerbetor resp havre. Korngrödan 1995 reagerade däremot ej positivt på en djupare och intensivare bearbetning. 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. Någon förklaring till detta har vi icke, ej heller till varför kornskörden år 2007 var störst i B-led. Höstoljeväxterna 2008 har gynnats av plöjning och djupare bearbetning i B- och C-led. H-veteavkastningen 2009 var 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. Höstvetegrödan 2013 var också bra i samtliga led, (tabell 2). Försöket finansieras med medel för långliggande försök. Kontaktperson är Tomas Rydberg.

Tabell 2. Skörd och relativtal (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-2013 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj Δ LL

År	1992-2013	2013
Gröda:		h-vete
Förfrukt: h-raps		kg/ha
A1=plöjning,	100	9110
A2=plöjning efter stubbearbetning	102	99
B1=stubbearb. till 10-15 cm, plöjn. till s-betor	103	102
B2=stubbearb. till 20 cm, plöjn. till s-betor	104	98
C1=stubbearbetning till 10-15 cm	99	96
C2=stubbearbetning till 20 cm	101	97
A	100	100
B	102	100
C	99	97
1	100	100
2	102	99
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 (10 år). År 2013 var grödan vall III. 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 1976-2013. Jordart, nmh I mo.

År	1976-2010	2013
Gröda år 2013: Vall III.		ts-skörd
Antal år	24	kg/ha
Plöjn. varje år, gödsel på ytan	100	5830
Plöjn. varje år, myllad gödsel	106	104
Plöjn. vissa år, gödsel på ytan	97	101
Plöjn. vissa år, myllad gödsel	102	101
Aldrig plöjning, gödsel på ytan	89	101
Aldrig plöjning, myllad gödsel	100	103
Plöjning varje år	100	100
Plöjning vissa år	96	99
Aldrig plöjning	90	100
Signifikans		n.s
Gödsel på ytan	100	100
Myllad gödsel	109	102
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 oljeväxter som omväxlingsgrödor.

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 5. 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 2013 odlades havre med korn som förfrukt. Störst skörd uppmättes i B-led. Skörden i C-led har påverkats av riklig och oförklarlig grönskottsbildning i block I och II, (tabell 4). Försöket på Lanna finansieras med medel för långliggande försök.

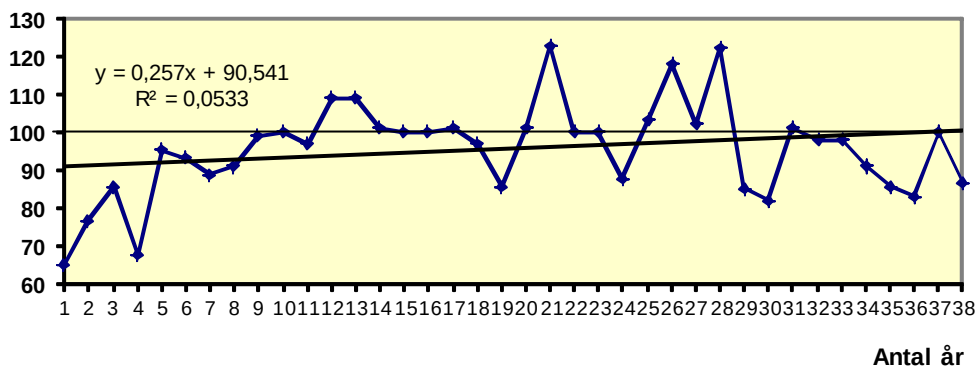
Resultat



Tabell 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-2013

Försök nr	86/75	201/77	3/75	381/74	Samtliga	381/74 2013
Län/plats	S	R	E	La		
Jordart	mmh mo LL	mmh ML	mmh mo LL	mmh SL		havre ff korn kg/ha
Antal försöksår	11	7	8	38	64	
Plöjt varje år, halm bortförd	100	100	100	100	100	6110
Plöjt varje år, halm hackad	99	104	97	101	100	95
Plöjt vissa år, halm bortförd	105	107	99	99	101	106
Plöjt vissa år, halm hackad	103	107	96	99	100	108
Aldrig plöjt, halm bortförd	110	109	94	97	100	84
Aldrig plöjt, halm hackad	106	109	87	96	98	86
Plöjning varje år	100	100	100	100	100	100
Plöjning vissa år	105	105	99	97	100	110
Aldrig plöjning	109	107	92	95	98	87
Halmen bortförd	100	100	100	100	100	100
Halmen hackad	98	101	95	100	99	100
Signifikans bearbetning						*
Signifikans halmbehandling						n.s.
Signifikans samspel						n.s.

Rel. skörd (plöjning = 100)



Figur 5. Relativ skörd i plöjningsfritt led (plöjning = 100) i försök 381/74 på Lanna sedan start 1974.

Bortodling av myr

Tomas Rydberg och Örjan Berglund

Dränering och 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.

Dränering och bearbetning av torvjordar har visat sig resultera i en minskning av torvlagrets mäktighet. En sådan markytesjunkning beror i första hand på en ökad förmultning till följd av syretillförseln i samband med dränering. Bortodlingen av torvskiktet kan leda till försämrade markegenskaper på flera sätt och nedbrytningen av torven leder till koldioxidavgång från marken. 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. 2012 och 2013 mättes även koldioxidavgången från alla led. 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 sjunkningen under den permanenta vallen varit närmast försumbar. Några större skillnader i koldioxidavgång mellan de bearbetade försöksleden (A, B och C) har hittills ej registrerats. Medelvärdet av koldioxidavgången för respektive behandling A, B, C och D under april – november 2012 var 2,1, 2,6 2,9 och 4,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ och 3,7, 3,2, 4,2 och 3,9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ mellan april och juni 2013. Vallen hade lika hög koldioxidavgång som de bearbetade leden. Ny forskning har likaså visat att vinderosion kan vara en bidragande orsak till bortodling på torvjordar i öppen odling. 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 år 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 1976-2013

Försök nr	Län/ plats	Jordart	Gröda	Förf.	Plöjn. varje år	Plöjn. vissa år	Aldrig plöjn.	Sign.
188/76								
2013	St	Kärrtorv	v-raps	korn	2580	98	92	n.s.
1976-2013					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 (Ul) 1990. För närvarande pågår således endast försöket på Lanna. Redovisningen här inskränker sig enbart till Lannaförsöket. Resultat från övriga försök finns redovisade i avdelningens årsrapport 1994.

Lannaförsöket innehåller följande huvudled:

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

Sedan 1992 ingår även sub-leden

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

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

Resultat

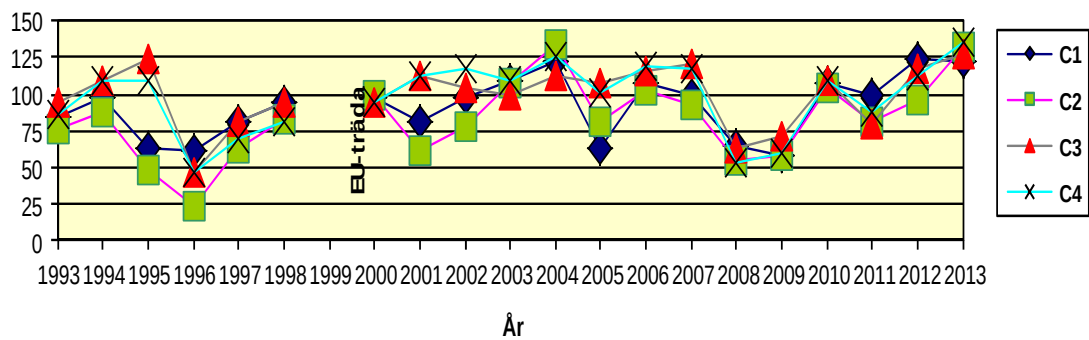
Resultatredovisningen i tabell 7 omfattar enbart huvudleden A, B och C.

Av resultaten i figur 6 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 och 2013. Försöket finansieras med medel för långliggande försök.

Tabell 7. Skörd, kg/ha och relativtal (konv. sådd=100) i försöksserie R2-4017 1982-2013

Försök nr 703/82	Län/plats	Jordart	Gröda	Förfr.	Konv. sådd	Direktsådd plöjn. vissa år	Direkt-sådd	Sign.
2013	La	mfSL	korn	korn	4720	117	127	*
1982-2013					100	93	95	

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



Figur 6. 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 7. Det finns i dag många såmaskiner på marknaden som kan användas vid direktsådd. På bilden ses t.v. Kongsildes Demeter Multiseed och t.h. Väderstads Seed Hawk.

Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling

Johan Arvidsson

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. Under torråret 2013 var skörden klart högst för plöjningsfri odling och för grund bearbetning.

Utebliven jordbearbetning, t.ex. vid plöjningsfri odling, medför att markens naturliga strukturruppbbyggnad ej störs. Detta kan bland annat leda till att genomsläppligheten i den gamla plogsulan ökar. Ofta sker dock en förtätning av matjorden, som kan försämrat 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 höstvetete efter höstvetete. Under 2006-2009 odlades oljeväxter och stråsäd jämsides i dessa försök, för att studera samspelseffekter mellan gröda och bearbetning. År 2013 odlades korn både i 517/91 och 618/95.

Resultat

Skörd 2013 och 1991-2013 visas i tabell 8 resp. 9. I försök 517/91 var det inte så stora skillnader mellan bearbetningsdjupen, skörden var dock högre än för plöjning i samtliga plöjningsfria led. Resultaten avviker något från tidigare år, där djup bearbetning höjt skörden i detta försök (tabell 9).

I försök 618/95 var skörden betydligt högre i plöjningsfria led jämfört med plöjning, och högre för grund bearbetning (tabell 8). En förklaring kan vara att antalet plantor var lägst efter plöjning och djup kultivering (figur 8), detta kan dock knappast förklara hela skördeskillnaden. Tidigare år har det varit små skillnader i skörd för olika bearbetningsdjup i detta försök (tabell 9).

Under 2013 var försommaren och sommaren mycket torr. Vid Ultunas väderstation föll under maj, juni och juli sammanlagt 74,5 mm. Under maj månad föll inte någon dag mer än 2 mm nederbörd. Det verkar därför helt klart att plöjningsfri odling förbättrat uppkomst och vattenhushållning under dessa torra förhållanden.

Tabell 8. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 2013

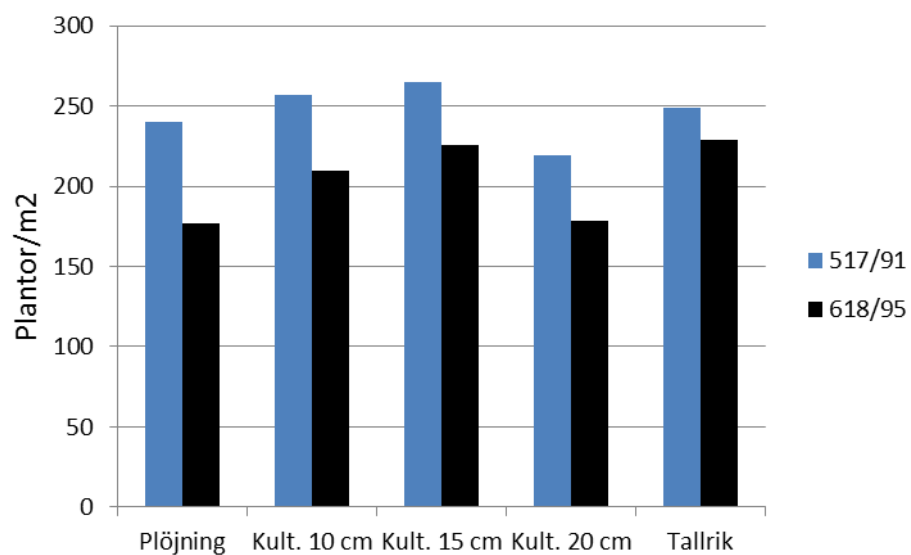
Försök nr	517/91	618/95	Medel 2013
Län, plats	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh ML	
Gröda	Korn	Korn	
A=Plöjning	4060	4100	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	102	126	114
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	106	120	113
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	103	108	106
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	108	128	118
Signifikans	n.s.	n.s.	

Tabell 9. Skörd, relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1991-2013

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	99	94
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	92	97	94
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	95	96	95
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	92	100	96

018/67 12 10.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel.



Figur 8. Plantantal i försök 517/91 och 618/95.

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. Sen bearbetning gav kraftigt sänkt skörd under 2013, antagligen beroende på den blöta hösten 2012 som gav dåliga förhållanden för bearbetning.

I södra Sverige finns regler för grön mark i syfte att minska kväveläckaget. Som grön mark räknas t ex stubb efter en stråsådesgröda om plöjning sker efter ett visst datum på hösten. Dessa regler gäller oavsett jordart. På lerjordar finns dock en risk att bearbetning sent på hösten under blöta förhållanden skulle kunna leda till försämrad markstruktur, lägre skörd och därmed ett sämre kväveutnyttjande. Därför startades 1999 försöksserie **R2-4111** med försök i Uppland, Östergötland och Skåne. Syftet var att undersöka hur tidpunkten för bearbetning på hösten inverkar på markstruktur, 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 2013 och för samtliga år redovisas i tabell 10. År 2013 var skörden klart högre i plöjningsfria led än i plöjda led, liksom i flera andra vårsådda försök på Ultuna detta år. Detta beror troligtvis på att året var mycket torrt och att den

plöjningsfria odlingen förbättrade vattenhushållningen. Skördenivån i försöket var dock mycket låg. Anledningen till detta är framförallt att försöket först såddes med ett utsäde som visade sig ha mycket låg tusenkornvikt, och hade mycket dålig uppkomst under de torra förhållandena. Försöket fick därför sås om (28 maj), då med en bättre uppkomst.

Också bearbetningstidpunkten på hösten hade stor betydelse för skörden 2013, sen bearbetning gav kraftigt sänkt skörd. Detta hänger antagligen samman med den mycket blöta hösten 2012, som gjorde att det var mycket dåliga förhållanden för primärbearbetningen.

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.

Tabell 10. Skörd i försöksserie R2-4111, ett försök på Ultuna, 2000-2013. 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	2013	Medel
Gröda	Havre	Korn	Havre	Havre	Korn	Havre	Havre	V-vete	Havre	Havre	Havre	Korn	Korn	Havre	
Tidig plöjning=100	5140	4390	5560	5520	4440	5430	2320	5860	4870	4960	3620	4060	5080	2240	100
Normal plöjning	100	95	99	99	93	96	91	97	98	97	81	102	101	93	96
Sen plöjning	100	94	99	99	93	95	92	95	96	96	73	84	100	84	93
Tidig kultivering	104	99	105	99	107	96	92	97	95	104	105	109	90	126	102
Normal kultivering	103	91	102	96	99	95	93	96	87	101	91	112	94	109	98
Sen kultivering	103	87	92	95	100	94	92	92	87	95	85	96	95	103	94
Plöjning	100b	100	100	100	100	100	100	100	100a	100	100b	100b	100a	100b	100
Kultivering	104a	96	100	97	107	98	98	98	92b	103	110a	111a	93b	122a	102
Tidig	100	100a	100a	100	100	100a	100	100	100	100	100a	100a	100b	100a	100
Normal	100	93b	98a	98	93	97b	96	98	95	97	84b	102a	103a	90b	96
Sen	100	91b	93b	98	93	97b	95	94	94	94	77c	86b	103a	83b	93

Ekoskär och Kalk

Elisabeth Bölenius

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. 13 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 9.



Figur 9. 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 plogfåornas 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 13 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. Effekten avseende kalkens och

bearbetningarnas effekter har eventuellt varit något större på höstsådda grödor än på vårsådda.

Skördeskillnad mellan att ha spridit kalk på ytan hösten 2000 eller inte har under 2013 gett positivt 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 997 kg per hektar 2013 vilket är en mycket större skillnad än snittet för alla år som

ligger på plus 340 kg per hektar. Denna stora skillnad beror dock delvis på att halva försöket utan kalk hade stora vinterskador mot bara ett par rutor i försöket med kalk. Framförallt led A, B och F har fått lägre skördar för där hade två av tre rutor vinterskador.

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

Tabell 11. Medelskörd 2001-2013 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 2001-2013</u>		<u>Skillnad (kg/ha)</u>	
	Med	Utan	2013	alla år
A. Plöjning	5092=100	4777=100	+1160	+315
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	98	97	+820	+361
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	103	102	+1000	+357
D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 och 3	99	98	+1180	+361
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	107	107	+860	+337
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	102	103	+960	+312
Medel			+997	+340

Tabell 12. Skörd i kg/ha och relativtal år 2001-2013 i försök 4124A, med kalk på ytan hösten 2000

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	korn	havre	havre	korn	h-vete	h-vete	h-vete	havre	havre	havre	h-vete	h-rybs	h-vete
	5210=	5560=	6410=	5600=	5510=	5100=	5400=	6010=	5660=	4080=	3520=	2680=	5460=
A. Plöjning	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100b	100	100
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	101	103	97	99	97	97	102	99	100	98	97b	100	88
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	100	107	99	102	101	104	96	102	108	102	112ab	107	102
D. Plöj. m .Ekoskär år 1, 2 och 3	96	102	96	99	99	103	95	100	104	100	102b	93	99
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	106	103	99	107	108	118	114	102	106	107	121a	93	110
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	103	103	98	101	100	110	104	100	107	107	101b	97	101
Signifikans (led med olika bokstäver skiljer sig åt)											*		

Tabell 13. Skörd i kg/ha och relativtal år 2001-2013 i försök 4124B, utan kalk på ytan hösten 2000

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	korn	havre	havre	korn	h-vete	h-vete	h-vete	havre	havre	havre	h-vete	h-rybs	h-vete
	4980=	5090=	6340=	5380=	5090=	5130=	5440=	5420=	5350=	3820=	3610=	2150=	4300=
A. Plöjning	100	100	100	100	100	100	100	100b	100	100	100	100b	100
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	98	101	96	96	99	99	99	97b	98	93	88	110a	93
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	100	106	95	99	104	106	101	103ab	104	100	98	108a	106
D. Plöj. m .Ekoskär år 1, 2 och 3	98	105	92	94	102	100	100	100b	99	95	89	106ab	98
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	105	108	98	107	110	115	108	109a	107	99	101	108a	119
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	105	104	98	101	111	103	97	105ab	104	98	93	112a	106
Signifikans (led med olika bokstäver skiljer sig åt)								*			*		

Carrier på hösten eller våren?

Elisabeth Bölenius

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.

Resultat och slutsats

Skörderesultaten från försöken redovisas i tabell 14 och 15. Under 2013 blev det knappt några skillnader alls mellan de olika leden. Vårbearbetningen med Carrier gav något större skörd jämfört med övriga led vilket även gäller för snittet för alla skördeår vad gäller stråsäd. 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.

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

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

Bearbetningsdjup för Carrier var 5-7 cm.

Tabell 14. 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	Korn 2013
A. Höstplöjning	1980 =100	5500 =100	5150 =100a	6310 =100	5220 =100b	2380 =100	5440 =100	5390 =100
B. Carrier på hösten	122	99	90b	97	103ab	107	99	100
C. Carrier höst och vår	121	93	88b	98	103ab	108	101	101
D. Carrier på våren	122	106	100a	102	107a	98	101	106
Signifikansnivå			**		*			

Tabell 15. Medelskörd, kg/ha och relativtal i försöksserie R2-4136 2006-2013

Gröda	Alla	Stråsäd (6 år)	Oljeväxter (2 år)
A. Konventionell plöjning	4671=100	5502=100	2180=100
B. Carrier 2-3 ggr på hösten	102	98	115
C. Carrier 1 g höst + 1 g vår	102	97	115
D. Carrier 2-3 ggr på våren	105	104	110

Försök med Väderstads TopDown

Elisabeth Bölenius

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

Skörderesultaten redovisas i tabell 16 och 17. Årets resultat med vårsäd i bägge försöken (vårvetete respektive korn) visar på olika resultat. I försöket med den bra växtföljden var det inga stora skillnader förutom att led E gett mindre skördar. I försöket med den dåliga växtföljden gav även led E minst men led B gav störst skörd. Årets resultat, framförallt för försöket med bra växtföljd, skiljer från snittet för alla vårsådda grödor. Det kan delvis bero på att förhållandena vid bearbetningen på hösten var mycket dåliga vilket gjorde att bearbetningsresultatet inte blev så som det brukar.

Resultat

Tabell 16. God växtföljd. Skörd, kg/ha och relativtal, år 2013 samt medelskördar för alla grödor, höstvetete och vårsådd 2005-2013 i försöksserie R2-4127

	Skörd 2013		Alla grödor rel. tal	Medelskördar			
	Vårvete			Höstvete (3 år)		Vårsådd (6 år)	
	kg/ha	rel. tal		kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Höstplöj. + harvning	4560	=100	100	6793	=100	3698	=100
B. TopDown 1 g 10 cm		99	103		95		107
C. TopDown 2 g 10 cm		93	102		92		107
D. TopDown 1 g 20 cm		89	103		94		107
E. TopDown 2 g 20 cm		85	98		90		102

Tabell 17. Dålig växtföljd. Skörd, kg/ha och relativtal, år 2013 samt medelskördar för alla grödor, höstvetete och vårsådd 2005-2013 i försöksserie R2-4127

	Skörd 2013		Alla grödor rel. tal	Medelskördar			
	Korn			Höstvete (4 år)		Vårsådd (5 år)	
	kg/ha	rel. tal		kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Höstplöj. + harvning	3760	=100b	100	5808	=100	4808	=100
B. TopDown 1 g 10 cm		117a	104		95		111
C. TopDown 2 g 10 cm		102b	103		97		108
D. TopDown 1 g 20 cm		95b	98		91		104
E. TopDown 2 g 20 cm		82c	94		87		100

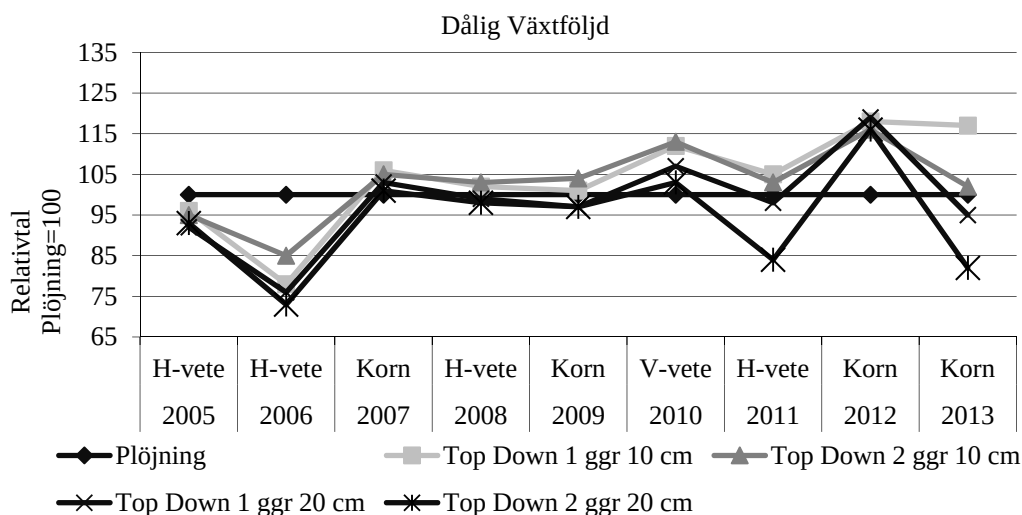
Signifikans för 2013

**

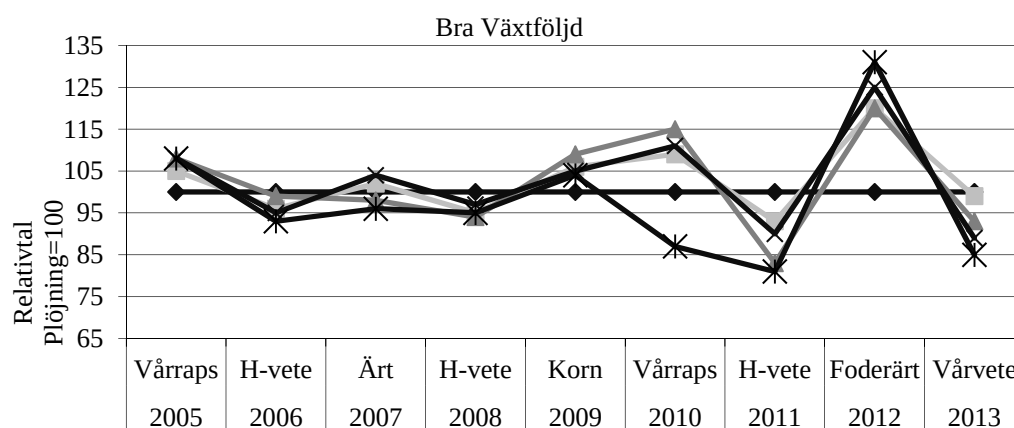
Dock verkar det vara negativt med en andra körning vid den djupare bearbetningen med TopDown. Detta beror troligen på att det blir för luckert. Resultaten varierar tydligt mellan olika år och grödor i de två försöken, se figur 10 och 11. År 2006 odlades höstvetete för andra året i rad i den dåliga växtföljden. 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 bearbetning klarade sig då bra. Totalt sett har dock effekten av växtföljd varit ganska liten i dessa försök.

Ses resultaten över tid (figur 10 och 11) 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 10. Skördeutveckling i försök med dålig växtföljd under åren 2005 – 2013.



Figur 11. Skördeutveckling i försök med god växtföljd under åren 2005 – 2013.

Optimering av reducerad bearbetning Högre skördar till lägre kostnad

Tomas Rydberg, Elisabeth Bölenius och Nils Wiklund

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 har konventionell och reducerad bearbetning jämförts i två olika växtföljder. Delar av resultaten redovisas i det följande.

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 har genomförts i tre fältförsök per år i Mellansverige.

Försökens 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 19) genomgår samma jordbearbetningsåtgärder (tabell 18). För att få en bra genomarbetning av jorden bearbetas de olika kultiveringsleden, led 3, 4 och 5, två gånger. De olika bearbetningarna utgör subled.

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

Försöket på Klostergården avslutades år 2012 och det på Brunnby år 2013. Inför 2014 pågår endast försöket på Säby.

I försöken har följande mätningar gjorts 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)
- Mineralkväve, kg N/ha

I försöken har även gjorts penetrometer- och infiltrationsmätningar. I försöket på Säby genomfördes också år 2010 rotstudier och temperaturmätningar. Skörderesultaten efter de första sex åren utgör underlag för de ekonomiska beräkningar som kort redovisas i slutet av denna sammanställning.

Tabell 18. 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 19. Två olika växtföljder som tillämpas i försöksserie R2-4140. Observera att Brunnby ligger ett år efter och att där odlades vårvete 2012 och 2013

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

¹ År 2006 endast förfrukt.

Resultat

Mineralkväveinhåll

På Säby (mmh LL) har kväveinhålllet (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 20). Minskningen är minst efter plöjning, oavsett växtföljd. I den bra växtföljden är det jämnt mellan de andra bearbetningssystemen medan minskningen i den ensidiga är klart störst i direktsådd. Noterbart är också att kväveinhålllet i den bra växtföljden, både höst och vår, är klart lägre vid direktsådd jämfört med samtliga övriga led. På Klostergården (mmh ML) är kväveinhålllet på hösten ungefär lika stort som på Säby men klart lägre på våren. Skillnaden mellan höst- och vårvärden är störst i plöjda led (tabell 21). På Brunnby (mmh ML) uppmättes mycket låga värden på hösten (tabell 22). Anmärkningsvärt är att det inte skett någon utlakning utan snarare en ganska stor ökning av kväveinhålllet till våren. En förklaring kan vara att alven har mycket låg genomsläpplighet och därigenom har det mineraliserade kvävet stannat kvar i profilen.

Tabell 20. 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

Tabell 21. Mineralkväve (kg N ha^{-1}) i försök R2-4140 på Vreta Kloster. Medeltal hösten 2006 till våren 2012

Led	Höst Kg/ha	Vår Kg/ha	Skillnad Kg/ha
A1	90,5	66,0	-24,5
A3	76,9	48,3	-28,6
A6	76,1	52,3	-23,8
B1	83,0	54,0	-29,0
B3	69,4	49,4	-20,0
B6	81,4	58,6	-22,8
Bra växtföljd	81,2	55,5	-25,6
Ensidig växtföljd	77,9	54,0	-23,9
Plog	86,8	60,0	-26,8
Kultivator	73,2	48,9	-24,3
Direktsådd	78,8	55,5	-23,3

I tabellen saknas värden från höstarna 2008 och 2011 samt våren 2009 och 2012.

Tabell 22. Mineralkväve (kg N ha^{-1}) i försök R2-4140 på Brunnby. Medeltal hösten 2007 till våren 2013

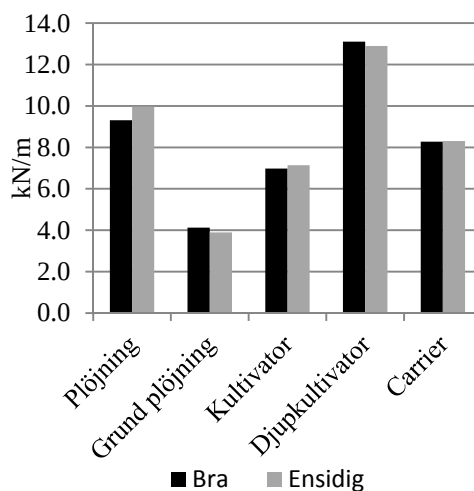
Led	Höst Kg/ha	Vår Kg/ha	Skillnad Kg/ha
A1	38,1	50,3	+12,2
A3	27,3	30,6	+3,3
A6	24,8	34,9	+10,1
B1	25,3	47,4	+22,1
B3	23,5	35,7	+12,2
B6	22,1	38,8	+16,7
Bra växtföljd	30,1	38,6	+8,5
Ensidig växtföljd	23,6	40,6	+17,0
Plog	31,7	48,9	+17,2
Kultivator	25,4	33,2	+7,8
Direktsådd	25,5	36,9	+13,4

I tabellen saknas värden från hösten 2009 och våren 2010.

Dragkraft

Dragkraftsmätningarna från hösten 2006, 2008, 2010 samt 2011 redovisas i figur 12. Mätningarna visade att förfrukten inte påverkade energiåtgången vid primärbearbetningen. För att få en bra genomarbetning av jorden bearbetades de olika kultiveringsleden, led 3, 4 och 5, två gånger. Tyngst gick bearbetning med styvpinneskultivator 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 12. Dragkraftsbehov (kN m^{-1}) vid primärbearbetning hösten 2006, 2008, 2010 samt 2011 i försök R2-4140, Säby.

Växtpatologiska undersökningar

Höstvete och vårvete

Här redovisas endast resultat från år 2012 och år 2013. För övriga års resultat hänvisas till jordbearbetningens årsrapporter. Resultaten år 2012 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. 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 stråknäckar-

index. På Brunnby och Säby fanns tendenser att rotdödarindex var relativt högt i ledet med direktsådd vilket var tvärtemot resultaten på Klostergården. Skillnaderna var inte signifikanta. På Brunnby fanns starka tendenser till 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.

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

DNA- analyser bladfläckar

DNA-analyserna utfördes med relativ kvantifiering, dvs. resultaten är relativa ett referensprov, vilka då blir enhetslösa. I tabell F 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.

Under 2013 genomfördes undersökningar enbart i försöket på Brunnby. Resultaten från slutgraderingen av R2-4140 på Brunnby (Tabell 23) där vårvete odlades visade inga

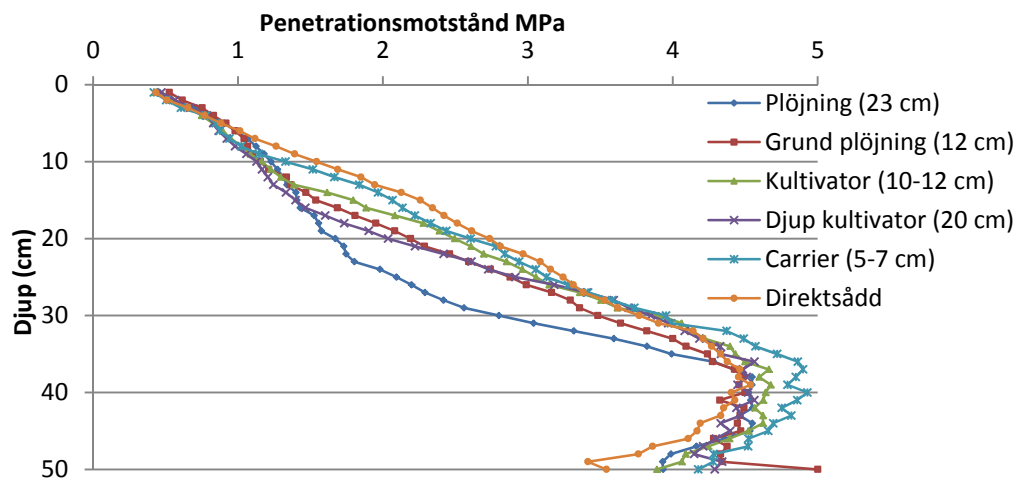
signifikanta skillnader i rotdödarindex mellan led eller mellan växtföljd. Av resultaten kan dock utläsas att lägst sjukdomsindex fanns i Carrierledet, något som överrensstämmer med erfarenheter av att rotdödare trivs bäst i lucker jord. I det direktsådda ledet har sådd i skörderester sannolikt bidragit till den högre nivån.

Tabell 23. Sjukdomsindex (SI) för rotdödare i vårvete, Brunnby 2013

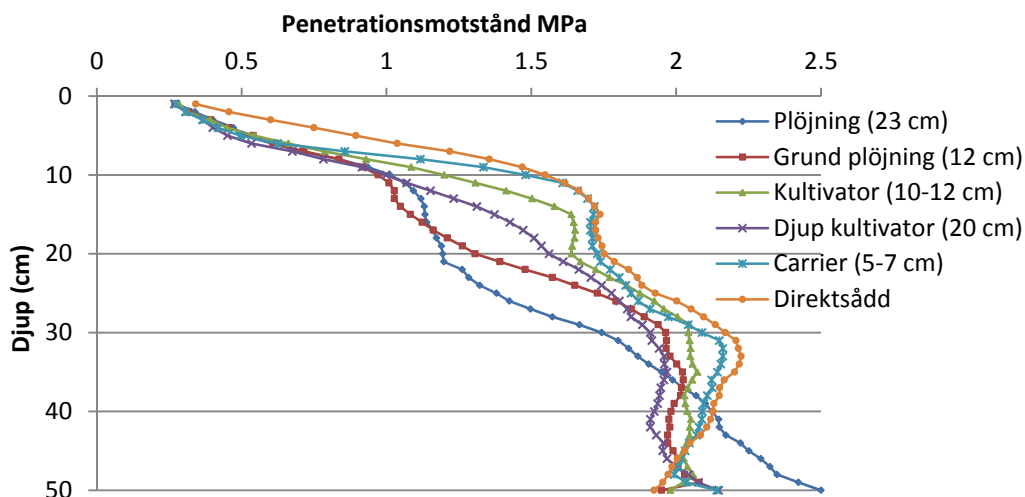
Led	SI
1 Plöjning	15,8
2 Grund plöjn	10,0
3 Kultivator	23,8
4 Djupkultivator	10,3
5 Carrier	9,2
6 Direktsådd	22,1
Växtföljd	
A God	17,7
B Ensidig	11,9
CV	56,6
p (led)	ns
p (växtföljd)	ns

Penetrationsmotstånd

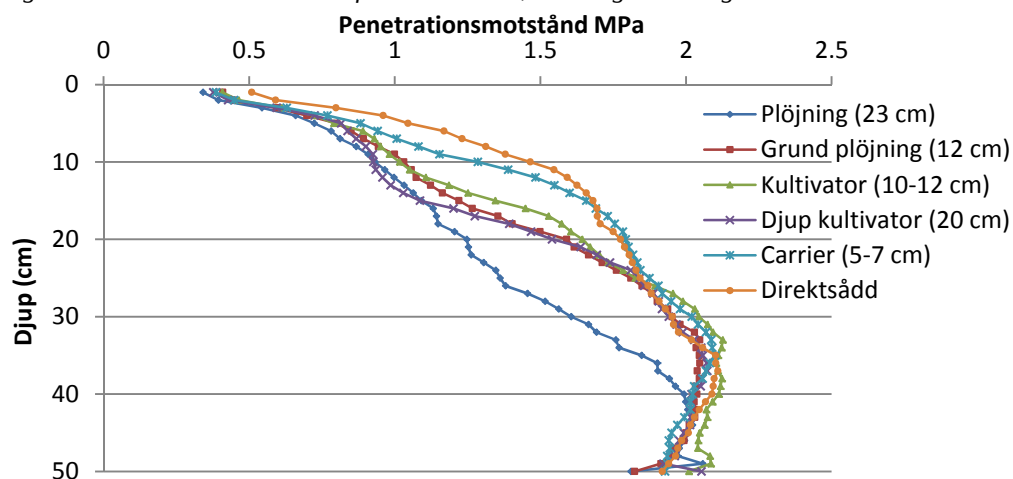
Penetrationsmotståndsmätningar utfördes under hösten 2012 på Säby och Klostergården och under hösten 2013 på Brunnby. Ingen skillnad erhöles från de olika växtföljderna så i figur 13, 14 och 15 visas medeltal från de två växtföljderna. På samtliga platser var penetrationsmotståndet klart lägre i det plöjda ledet i matjorden. De minst bearbetade leden tenderade att ha högre penetrationsmotstånd i de övre skikten (5-30 cm). Skillnaden mellan leden var minst på den lättare jorden på Säby. Det mest iögonfallande är kanske det mycket höga penetrationsmotståndet på Säby under 30 cm. Ett motstånd på 2-2,5 MPa sägs ha negativ effekt på rottillväxten så värden mellan 4 och 5 är allvarligt. En orsak kan ha varit att höstregnen, vid mätningarnas genomförande, inte hunnit tränga ner i alven. Resultaten vid penetrometermätningar är mycket vattenhaltsberoende.



Figur 13. Penetrationsmotstånd i försök R2-4140, Söby augusti 2012.



Figur 14. Penetrationsmotstånd i försök R2-4140, Klostergården augusti 2012

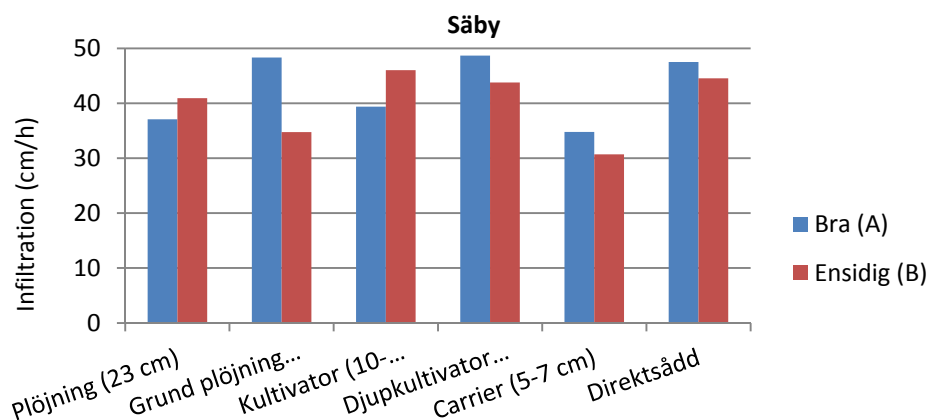


Figur 15. Penetrationsmotstånd i försök R2-4140, Brunnby höst 2013

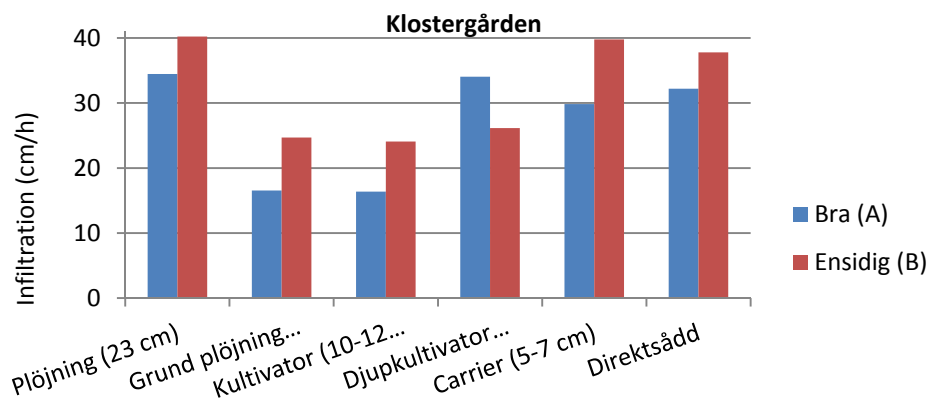
Infiltrationsmätningar

I figur 16, 17 och 18 redovisas resultat från infiltrationsmätningar utförda i fält hösten 2012 på Säby och Klostergården och hösten 2013 på Brunnby. Gropar grävdes till ett djup av ca 10, 23 och 45 cm. På dessa djup slogs cylindrar ner 5 cm i marken. Cylindrarna hade en diameter på 15 cm och en höjd på 15 cm. Cylindrarna fylldes med vatten och efter 10 min mättes hur mycket vattnet sjunkit. Detta upprepades två gånger i varje ruta. Infiltrationen (cm/h) för nivån 0-50 cm beräknades sedan genom ett harmoniskt medelvärde av de tre nivåerna. Rent generellt

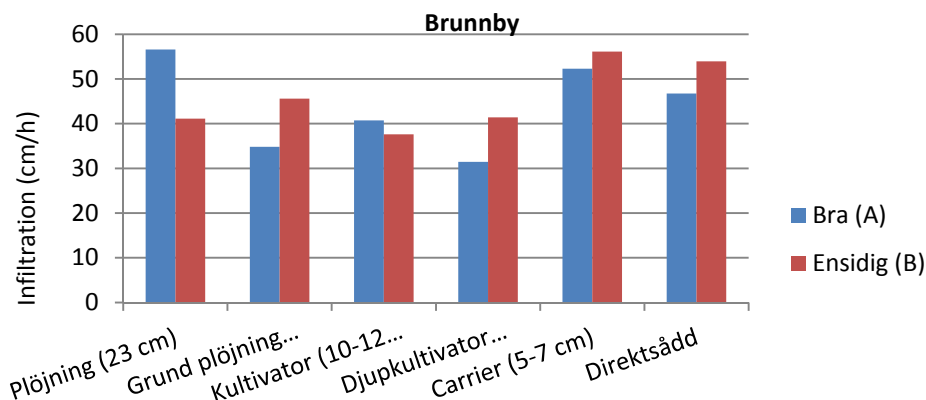
kan konstateras att infiltrationshastigheten var extremt hög på samtliga platser. Effekter av växtföljd varierade. På Säby uppmättes överlag en högre infiltration i leden med bra växtföljd medan denna trend ej kan konstateras på de övriga två platserna. Möjligen kan detta bero på att omväxlingsgrödorna (våröljväxter och ärt) var tämligen misslyckade på Klostergården och Brunnby. Utifrån resultaten kan slutsatsen dras att rotutvecklingen på samtliga platser ej borde ha hämmats av en för kompakt jord. Några signifikanta skillnader har ej noterats, därtill har spridningen i resultaten varit för stor.



Figur 16. Infiltrationsmätningar på Säby hösten 2012.



Figur 17. Infiltrationsmätningar på Klostergården hösten 2012



Figur 18. Infiltrationsmätningar på Brunnby hösten 2013.

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 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 kultiveringens hade den största rot diameter i hela försöket. Carrierledet hade samma rot diameter som den djupa kultiveringens. Den bearbetning som hade den minsta rot diameter var det direktsådda ledet. Inga av skillnaderna i rot diameter var signifikanta.

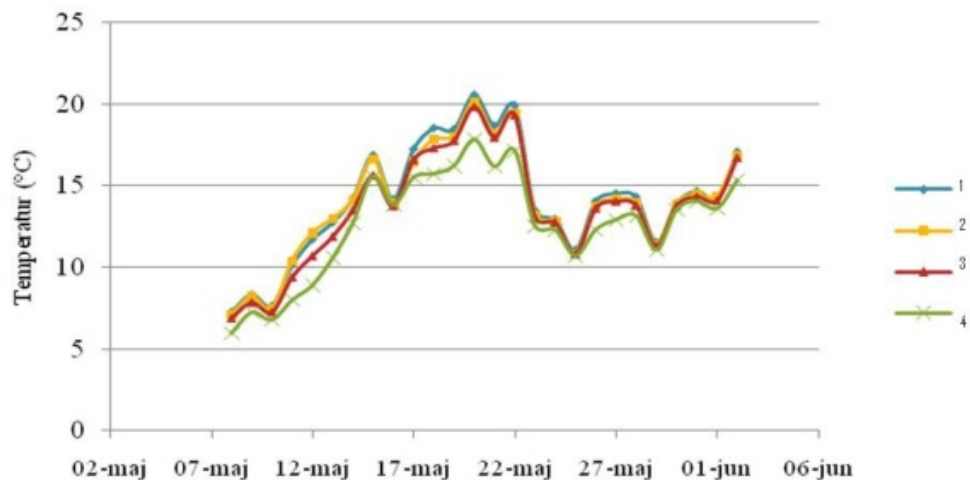
Antalet förgreningar per kubikmeter jord undersöktes även. Den bearbetning som hade det lägsta antalet förgreningar var Carrierledet. De två plöjda leden, 1 och 2, samt de två kultiverade leden, 3 och 4, hade ungefär samma antal förgreningar. Det direktsådda ledet var det led som hade störst antal förgreningar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

Temperaturmätningar och växtrester

Halm mängden efter höstvetete graderades visuellt på fyra ställen i varje led i anslutning till planträkningen 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 24) och det direktsådda ledet hade högst. Antalet daggrader hade ett omvänt förhållande jämfört med halm mängden. Värdet för den grunda kultiveringens 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 19). Upp till 3 graders skillnad i dagsmedeltemperatur uppmättes som mest mellan direktsått och plöjt.

Tabell 24. 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 14. 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 Säby och Brunnby redovisas för år 2013 i tabell 25. Höstveteskorden var något större i den bra växtföljden (A) jämfört med den ensidiga växtföljden (B) på Säby. Den låga skördenivån får tillskrivas vädret under vinter och vår med kraftig förtunning av beståndet. Vårveteskorden på Brunnby var ungefär densamma i de två växtföljderna. Ingen av dessa skillnader var dock signifikanta.

I försöket på Säby har det grunt kultiverade ledet, Carrierledet och det direktsådda fungerat bra. Dessa led har även avkastat bra på Brunnby. Noterbart är också att på båda

platserna har det grunt kultiverade ledet avkastat bättre än det djupt kultiverade ledet.

Carrierledet på Brunnby stubbearbetades på våren pga en mycket blöt höst. Intressant är att avkastningen ändå blev så bra. Många lantbrukare som ej kunde höstplöja hösten 2012, utan som istället tillämpade grund stubbearbetning på våren, har också noterat goda skörderesultat.

Någon samspelseffekt mellan växtföljd och bearbetning kunde inte noteras på någon av försöksplatserna.

Tabell 25. Kärnskördar (kg ha^{-1}) i försöksserie R2-4140 år 2013

Försöksled:		Säby	Brunnby
<u>Bra växtföljd</u>		Höstvete	Vårvete
A1	Plöjning (23 cm)	2020	6270
A2	Grund plöjning (12 cm)	1970	5610
A3	Kultivator 10-12 cm	2490	5770
A4	Djupkult. (styv pinne, 20 cm)	1660	5540
A5	Carrier (5-7 cm)	2430	5680
A6	Direktsådd	3300	4610
<u>Ensidig växtföljd</u>		Höstvete	Vårvete
B1	Plöjning (23 cm)	1780	6230
B2	Grund plöjning (12 cm)	1770	5210
B3	Kultivator 10-12 cm	2230	6020
B4	Djupkult. (styv pinne, 20 cm)	1980	5920
B5	Carrier (5-7 cm)	2050	6610
B6	Direktsådd	2210	5460
A	Bra	2310	5580
B	Ensidig	2000	5910
1	Plöjning	1900	6250
2	Grund plöjning	1870	5410
3	Kultivator	2360	5890
4	Djupkultivator	1820	5730
5	Carrier	2240	6150
6	Direktsådd	2750	5030
CV %		25	8,7
Prob F1 (växtföljd)		0,288	0,617
Prob F2 (bearbetning)		0,048	0,035
Prob F1*F2		0,401	0,210
LSD F1 (växtföljd)		920	2390
LSD F2 (bearbetning)		650	600

Medelskörd för alla platser och försöksår t.o.m. år 2012 då höstvete odlats redovisas i tabell 26. Tabellen visar även höstveteskörd efter vilken förfrukt som har odlats i den bra växtföljden, fem skördeår med oljevaxter som förfrukt och tre skördeår med ärt som förfrukt. I den ensidiga växtföljden har korn varit avbrottsgröda till höstvete. Oavsett förfrukt, avkastar den bra växtföljden ca 10 procent mer än den ensidiga växtföljden. Resultaten visar att också i en bra växtföljd

tappade direktsådd eller bearbetning med Carrier upp till 10 procent i skörd. Grund plöjning har tappat 1 – 4 procent jämfört med plöjning till 23 cm.

Med förfrukten ärt tappade direktsådden uppemot 15 procent mot plogen och kultivatorn, 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 cirka 10 procent, jämfört med övriga led där direktsådd som resulterade i mindre skördar, avkastningen är relativt lika.

Tabell 26. Medelskörd för höstvet (kg/ha⁻¹) samt relativtal (0-100) i försöksserie R2-4140, alla platser och år då höstvet odlats t.o.m. år 2012. 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

Ekonomi

Som underlag för beräkningar av TB2 har bl.a. använts samtliga skörderesultat som redovisas i tabell 28. TB2-beräkningar för hela växtföljdsomloppet redovisas för en 200 ha gård i tabell 31 och för en 500 ha gård i tabell 32. Det syns tydligt att ett misslyckande med en gröda ett år påverkar TB2 markant. Det gäller främst den bra växtföljden på Klostergården och Brunnby. På klostergården misslyckades våroljeväxtgrödan och på Brunnby misslyckades både ärt- och våroljeväxtgrödan. Den enda försöksplats där den bra växtföljden resulterade i ett högre netto, oavsett bearbetningssystem var den på Säby. Resultatet där blev ett plus på 1400 kr/ha.

Gårdsstorleken brukar ha ganska stor inverkan på TB2. På Klostergården har den större arealen medfört ett ökat TB2 på ca 800 kr/ha. Trenden är densamma även på de övriga två försöksplatserna.

Produktionskostnaderna korrelerar inte helt med TB2. (tabell 33 och 34). Det finns kostnadsskillnader mellan bearbetning, gödsling och kemisk bekämpning mellan växtföljderna. Skillnaden mellan växtföljderna beror främst på att avbrottsgrödorna bekämpats och gödslats olika jämfört med stråsädesgrödorna. Skillnaderna mellan försöksplatserna har främst orsakats av olika gödslings- och bekämpningsstrategier. Även skillnader i klimat kan ha påverkat resultaten.

Om de misslyckade grödorna, oljeväxter på Klostergården och oljeväxter och ärter på Brunnby, ej medtages i beräkningarna erhålls ett markant högre TB2 på båda platserna, tabell 27. Detta är i och för sig inte förvånande. Intressant är dock att TB2 på Brunnby t.o.m. blir bättre än TB2 i den ensidiga växtföljden. Jämför med tabell 31. Utförligare ekonomisk redovisning kommer att ske i serien meddelanden från jordbearbetningen.

Tabell 27. TB2 bra växtföljd med borttagning av oljeväxter på Vreta och borttagning av oljeväxter och ärter på Brunnby för en gård på 200 ha

Led	Bearbetning och djup	Vreta kloster (A) utan oljeväxter TB2/ha	Brunnby Västerås (A) utan oljeväxter och ärter TB2/ha
1	Plöjning (23 cm)	5776	3172
2	Grund plöjning (12 cm)	6109	3342
3	Kultivator (10-12 cm)	6119	2851
4	Djupkultivator (20 cm)	6126	3333
5	Carrier (5-7 cm)	5148	2678
6	Direktsådd	4552	1717

Tabell 28. Skörd (kg/ha) under alla år på Säby. A=bra växtföljd, B=ensidig växtföljd

	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Plöjning (23 cm)	8210	7640	6820	4080	7030	6560	1880	4960	4930	4520	6250	6160
Grund plöjning (12 cm)	8190	7570	6620	4340	6800	6360	2210	5220	5020	3840	6580	6060
Kultivator (10-12 cm)	8280	7400	6870	4570	7220	6580	2080	5520	4310	4140	6740	6760
Djupkult. (20cm)	8220	7740	6930	4480	6810	6590	1810	5500	4110	3850	6850	6490
Carrier (5-7 cm)	8290	7700	6480	4560	7080	6370	1880	5720	3670	3640	6870	6680
Direktsådd	8350	7940	3180	2480	6300	4660	2010	5560	5530	3610	6310	6160

Tabell 29. Skörd (kg/ha) under alla år på Klostergården. A=bra växtföljd, B=ensidig växtföljd

	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Plöjning (23 cm)	6450	5280	2390	5910	7740	6490	620	6610	6490	4420	7800	8630
Grund plöjning (12 cm)	6190	5350	3200	6200	7740	6980	500	6500	6490	4920	7740	8520
Kultivator (10-12 cm)	5820	5210	2550	6140	7620	7300	440	6430	6140	4790	7770	8720
Djupkult. (20cm)	5990	5020	2750	6220	7990	5840	330	6540	5830	4780	7770	8490
Carrier (5-7 cm)	5590	5190	2130	6410	6870	7710	460	6450	5220	4890	8310	8550
Direktsådd	5760	5660	*	4710	6140	7130	140	5380	5780	5150	7310	6240

Tabell 30. Skörd (kg/ha) under alla år på Brunnby. A=bra växtföljd, B=ensidig växtföljd

	2008		2009		2010		2011		2012		2013	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Plöjning (23 cm)	6740	6150	460	1890	4930	4440	590	4170	4160	3550	6270	6230
Grund plöjning (12 cm)	7120	6230	350	1450	5020	4460	730	4080	4480	3160	5610	5210
Kultivator (10-12 cm)	6450	5940	260	1060	4740	3820	730	5330	2850	2710	5770	6020
Djupkult. (20cm)	6570	6060	280	1080	4880	4200	760	4460	3900	3250	5540	5920
Carrier (5-7 cm)	6290	5860	300	1150	4620	4260	620	4720	2790	2180	5680	6610
Direktsådd	6470	5240	240	950	2570	2240	860	4140	1740	1130	4610	5460

Tabell 31. TB2 för respektive försöksplats vid olika växtföljder och bearbetningar. Räknat på en 200 ha gård

200 ha	Klostergården		Säby		Brunnby	
	TB2/ha (kr)		TB2/ha (kr)		TB2/ha (kr)	
	Bra (A)	Ensidig (B)	Bra (A)	Ensidig (B)	Bra (A)	Ensidig (B)
Plöjning (23 cm)	4711	5387	6146	4577	1070	1713
Grund plöjning (12 cm)	4920	5869	6194	4895	1293	1343
Kultivator (10-12 cm)	4928	6400	6844	5177	1091	1701
Djupkultivator (styvpinne)(20cm)	4826	5669	6230	4931	1404	1982
Carrier (5-7 cm)	4140	6645	6415	5222	931	1956
Direktsådd	3493	6116	6099	4647	530	989

Tabell 32. TB2 för respektive försöksplats vid olika växtföljder och bearbetningar. Räknat på en 500 ha gård

500 ha	Klostergården		Säby		Brunnby	
	TB2/ha (kr)		TB2/ha (kr)		TB2/ha (kr)	
	Bra (A)	Ensidig (B)	Bra (A)	Ensidig (B)	Bra (A)	Ensidig (B)
Plöjning (23 cm)	5654	6335	7334	5408	1998	2641
Grund plöjning (12 cm)	5864	6808	7009	5317	2222	2263
Kultivator (10-12 cm)	5724	7176	7558	5960	1941	22440
Djupkultivator (styv pinne) (20 cm)	5560	6409	6974	5692	2141	2676
Carrier (5-7 cm)	4890	7463	7173	5983	1743	2694
Direktsådd	4091	6710	6696	5244	1126	1576

*Tabell 33. Totala produktionskostnader för respektive försöksplats vid olika växtföljder och bearbetningar.
Räknat på en 200 ha gård*

200 ha	Klostergården kostnad/ha (kr)		Säby kostnad/ha (kr)		Brunnby kostnad/ha (kr)	
	Bra (A)	Ensidig (B)	Bra (A)	Ensidig (B)	Bra (A)	Ensidig (B)
Plöjning (23 cm)	8693	8636	8215	7775	8359	8392
Grund plöjning (12 cm)	8593	8516	8037	7239	8232	8192
Kultivator (10-12 cm)	8037	8036	7712	7364	7594	7609
Djupkultivator (styvpinne)(20cm)	8215	8140	7980	7587	7668	7679
Carrier (5-7 cm)	7794	7969	7651	7278	7553	7615
Direktsådd	7113	7086	7036	6619	66762	6773

*Tabell 34. Totala produktionskostnader för respektive försöksplats vid olika växtföljder och bearbetningar.
Räknat på en 500 ha gård*

500 ha	Klostergården kostnad/ha (kr)		Säby kostnad/ha (kr)		Brunnby kostnad/ha (kr)	
	Bra (A)	Ensidig (B)	Bra (A)	Ensidig (B)	Bra (A)	Ensidig (B)
Plöjning (23 cm)	7750	7688	7027	6946	7430	7464
Grund plöjning (12 cm)	7650	7577	7221	6817	7303	7273
Kultivator (10-12 cm)	7241	7260	6998	6581	6744	6871
Djupkultivator (styv pinne) (20 cm)	7482	7445	7237	6827	6928	6986
Carrier (5-7 cm)	7044	7152	6893	6517	6741	6877
Direktsådd	6515	6493	6440	6022	6165	6186

Slutsatser

- Växtföljden påverkade inte dragkraftsbehovet nämnvärt
- Växtföljden hade stor inverkan på mängden skadegörare. Angreppsgraden var mycket högre i den ensidiga växtföljden. I plöjda led var framförallt stråknäckarangreppen lägre.
- Något samband mellan infiltrationshastighet och växtföljd/bearbetning kunde ej konstateras.
- Ensidig växtföljd gav oftast lägre skörd.

- Lyckosam odling av avbrottsgrödor resulterade i ett markant högre TB2.
- TB2 klart bättre på en 500 ha gård jämfört med en 200 ha gård.
- Generellt gällde att plöjningsfri odling gav ett högre TB2.

Projektet har välvilligt under sex år finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning

Kontaktperson är Tomas Rydberg; 018-67 12 00

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
- att studera effekter av gödselplacering

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)
R2-4139	Försök med varierande gödselplaceringsdjup	(2013)

Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten?

Elisabeth Bölenius

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 2013 bearbetades led A och B två gånger 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

Försöket fick så pass mycket vinterskador 2012/2013 att det kasserades detta år.

Medel av de elva försöksåren som skördats redovisas i tabell 35.

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.

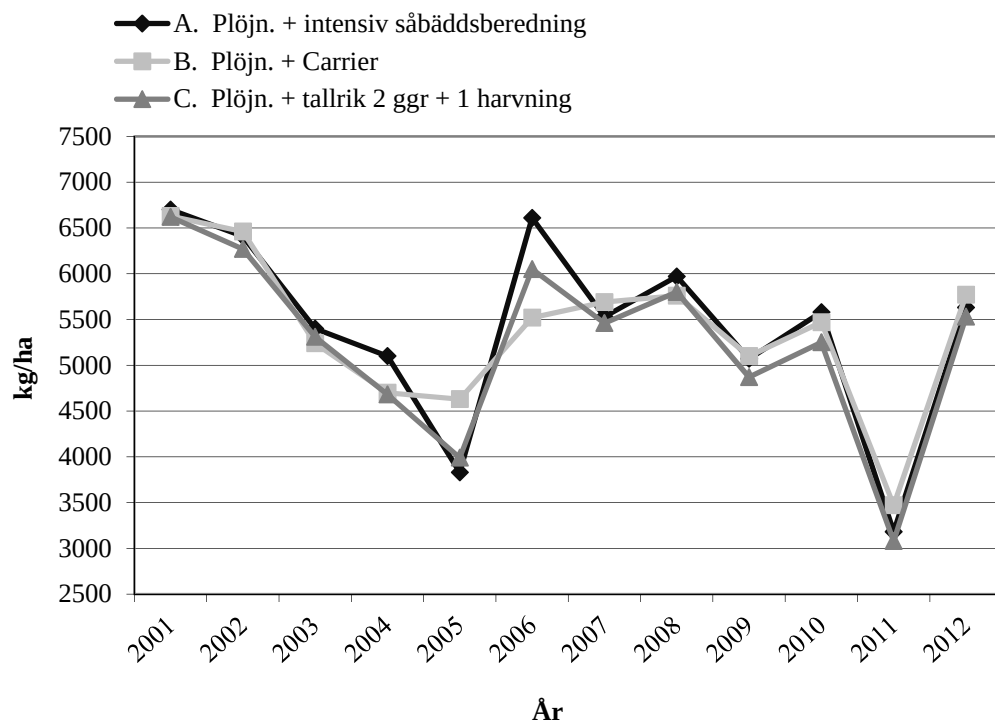
Den finbrukade såbädden i det intensivt bearbetade ledet innebär en ökad risk för slamning. Detta kan ses i figur 20 där skörden i led A är lägre än led B åren efter en nederbördsrik höst (höstarna 2004 och 2010)

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

Tabell 35. Skörd, kg/ha och relativtal i försöksserie R2-4120

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

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



Figur 20. Skördeutveckling i försök R2-4120, åren 2001 – 2012.

3D-kamera och laser för bestämning av markens ytstruktur, främst såbäddsegenskaper

Johan Arvidsson, Mikael Gilbertsson, Anders Larsolle, Bo Stenberg, Elisabeth Bölenius

Markens ytstruktur är starkt kopplad till markens funktion som växtplats, framförallt med avseende på förhållandena för groning. En grov struktur med stora aggregat innebär ett dåligt avdunstningsskydd vilket ökar risken för dålig uppkomst. Aggregatstorleksfördelningen utgör också det viktigaste måttet på bearbetningsresultatet, både vid såbäddsberedning och efter primärbearbetning, t.ex. plöjning eller kultivering. Under 2012 och 2013 har vid SLU, i samarbete med JTI, utvecklats en mätvagn för att mäta främst såbäddsegenskaper on-line. Under 2013 testades också inom projektet en 3D-kamera som ger en tredimensionell bild av markytan, med koordinater uppmätta med millimeternoggrannhet. Tekniken bygger på en 3Dkamera (Kinect) utvecklad för spelkonsoller (Microsoft Xbox) och är därför relativt billig. Resultaten hittills är mycket lovande.

Markens aggregatstorleksfördelning är en mycket viktig strukturparameter, och också av stor betydelse för grödans tillväxt. Tillräckligt stor andel fina aggregat är t.ex. avgörande för att få ett bra avdunstningsskydd, vilket sedan har betydelse för groning och uppkomst. I de flesta svenska studier av såbäddar har använts den helt manuella metod för att mäta såbäddsegenskaper som utvecklades av Kritz (1983) och i stort sett varit oförändrad sedan 70-talet. Aggregatstorleksfördelning bestäms då genom sållning, vilket är mycket arbetskrävande.

Det finns också alternativa, icke destruktiva metoder till sållning. Det är t.ex. möjligt att använda bildanalys för att karakterisera markytan och bestämma aggregatstorlek efter bearbetning. P.g.a. jordytans relativt enhetliga färg är det dock svårt att utföra denna analys. Det krävs också någon form av kalibrering för bildanalysen, t.ex. pga ljusförhållanden, vilket gör den svår att automatisera.

Idag finns laserscannrar med hög upplösning som kan mäta avstånd med hög frekvens (millimeternoggrannhet med en frekvens på upp till 10 kHz). Mätning med laser är en vanlig metod för att mäta ojämnheter i markytan, och har använts i tidigare svenska forskningsprojekt, frekvensen var då inte tillräckligt hög för att medge onlinemätning. Lasern mäter i en punkt men det finns också lasrar för scanning av en yta, vilket ger en tredimensionell bild.

Nu finns det också kameror som kan återge en bild med höjdinformation, så kallad 3D-kamera. En bild består av ett stort antal pixlar och denna teknik innebär att man kan få höjdinformation på varje pixel. Kinectkameran består av en RGB-kamera och en djupsensor. Djupsensorn består av en infrarödlaser som belyser objektet som man vill fotografera.

Mätplattform

SLU och JTI bedriver sedan 2012 ett projekt där en mätplattform utvecklats för att bedöma såbädds- och grödegenskaper, se figur 21.



Figur 21. Mätvagn vid körning för att bestämma såbäddsegenskaper.

Projektet är finansierat av SLF och POS. I detta projekt används en punktlaser för att bedöma såbäddens relief och grödans höjd över mark. En begränsning med denna mätmetod är att man endast kan få ett mätresultat i två dimensioner.

Under 2013 gjordes inom projektet, med en tilläggsfinansiering från POS, också en pilotundersökning med en 3D-kamera (figur 22). Aggregat sållades i fält till olika storleksfraktioner (figur 23). Dessa fotograferades sedan med en konventionell digital kamera, överfors med punktlasern

på mätvagnen samt fotograferades med en Kinect 3D-kamera.

I figur 24 visas digitala fotografier av olika aggregatstorlekar. Mätning på samma aggregat med punktlaser monterad på mätplattformen visas i figur 25. Exempel på 3D-bilder av olika aggregatfraktioner visas i figur 26. Kamerans upplösning räckte till att identifiera aggregat ner till en storlek på ca 4 mm, vilket kan anses som tillräckligt för de flesta ändamål. Upplösningen i höjddled är ca 1 mm.



Figur 22. Fotonics "ruggade" version av Microsofts Kinect-kamera.



Figur 23. Mätvagn och aggregat sorterade i renfraktioner.



Figur 24. Fotografi av olika aggregatstorlekar. Till höger 4-8 mm, till vänster 32-64 mm.

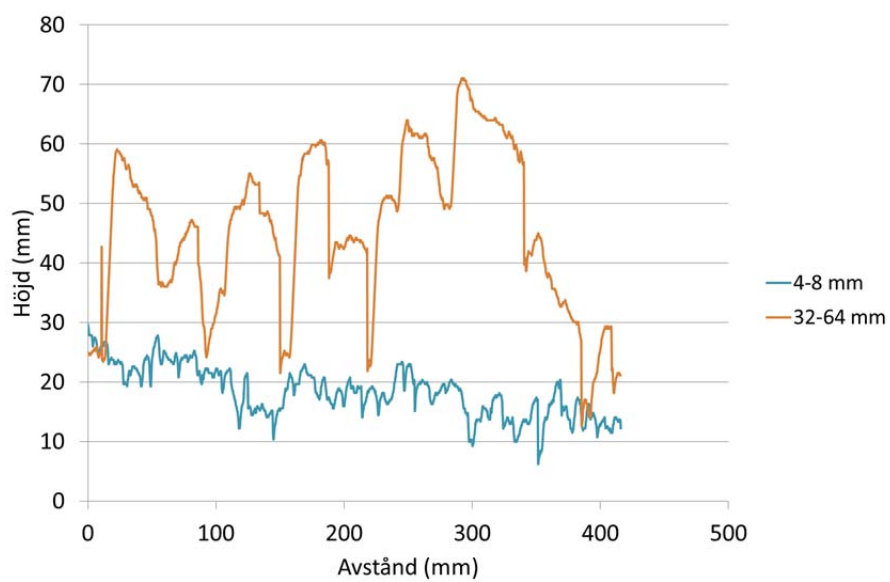
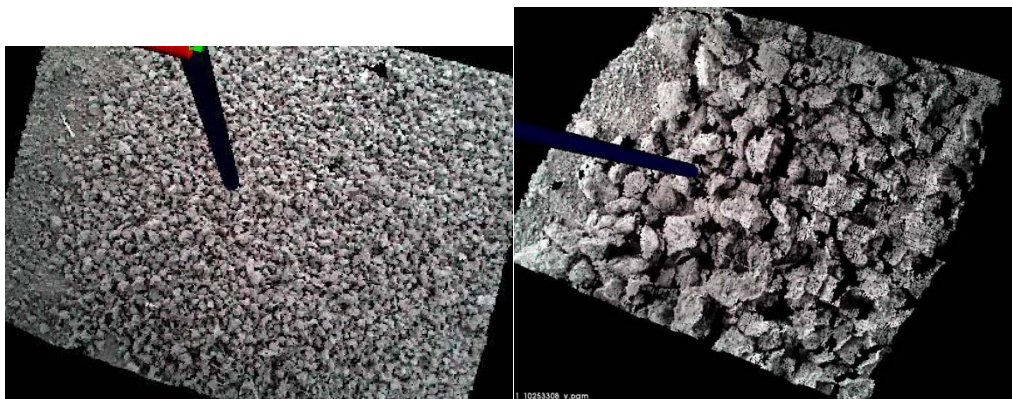


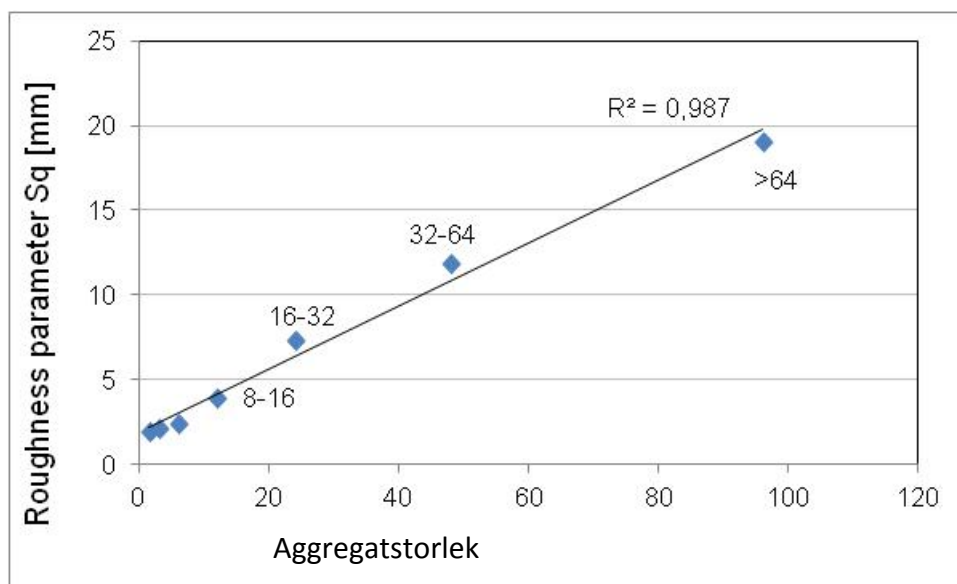
Fig. 25. Mätning av ytrelief för olika aggregatstorlekar med punktlaser.



Figur 26. 3D-bilder på olika aggregatstorlekar, till höger 4-8 mm, till vänster 32-64 mm.

Kameran hade en upplösning på 240*320 punkter. Förutom den rena bilden erhålls höjddata i en textfil som kan användas för olika typer av analys. Bl.a. kan markytans råhet (ojämnhet) bestämmas. En analys av

råheten som funktion av aggregatstorlek visas i figur 27. Data kan också användas för till exempel Fourieranalys och för analys av autokorrelation.



Figur 27. Råhet (root mean square roughness) som funktion av aggregatstorlek, data från bilderna i figur 26.

Önskvärt vore naturligtvis att kunna göra en direkt bestämning av aggregatstorleksfördelning. 3D-bilderna lämpar sig mycket väl för bildanalys, en början på detta arbete visas i figur 28. Detta arbete är dock svårare att automatisera.

Också data från mätningar med laser passar för statistisk analys. Bl.a. har vi studerat hur variansen i mätdata beror på avståndet mellan mätpunkterna. I figur 29 visas hur semivariansen för olika avstånd korrelerar med aggregatstorleken. Sambandet är

mycket starkt och visar att det finns en stor potential för att koppla mätning av ytstruktur till aggregatstorleksfördelningen.

Projektet fortsätter under 2014, bl.a. med utveckling av onlinemätning med 3D-kamera. Förutom till forskningsändamål, skulle tekniken i förlängningen också kunna användas på konventionella jordbearbetningsredskap för att mäta bearbetningsresultatet.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, 018 67 12 10.

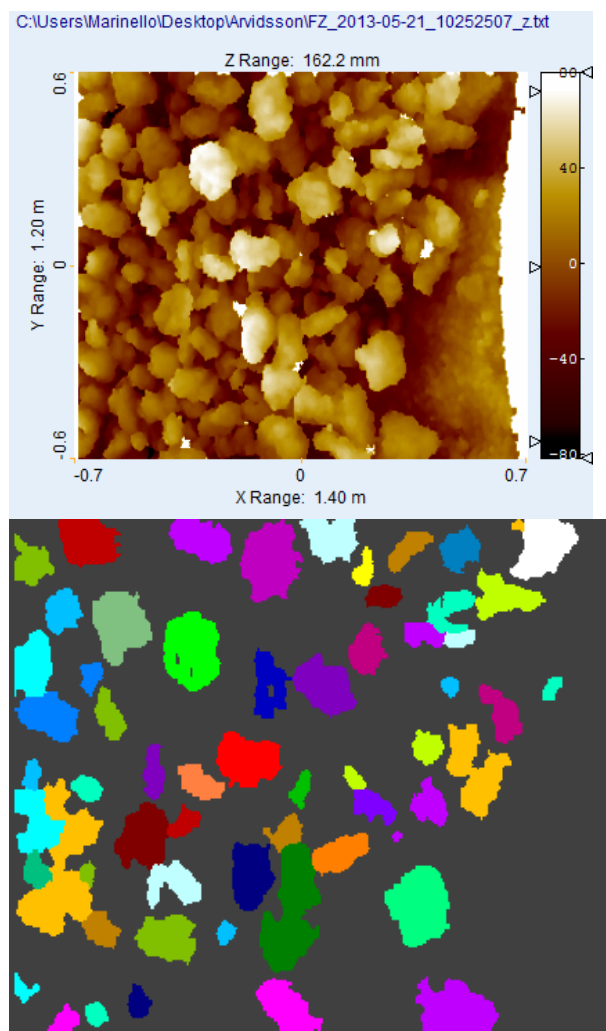
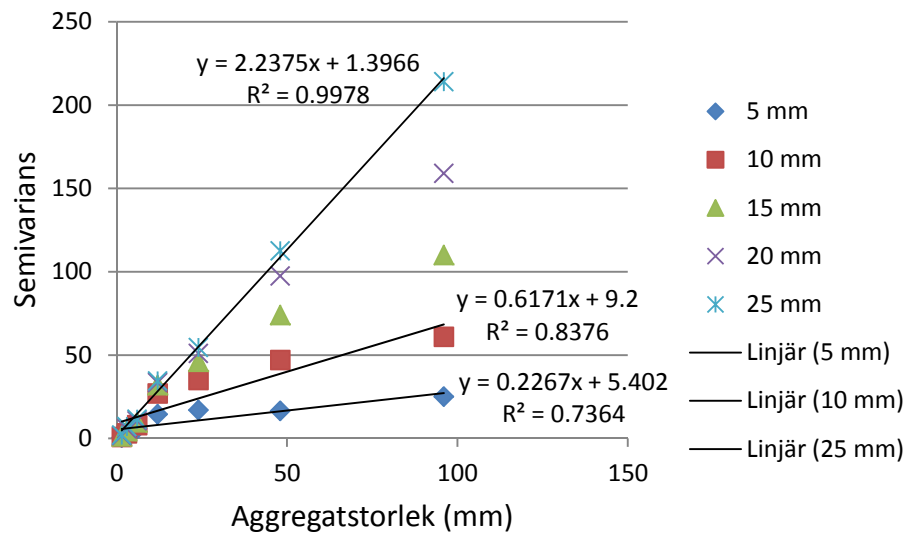


Fig. 28. Uppdelning av bilden i urskiljbara enheter för bestämning av aggregatstorlek.



Figur 29. Semivarians vid mätning med punktlaser för olika avstånd mellan mätpunkter som funktion av aggregatstorlek (data bl.a. från figur 25).

Försök med varierande gödselplaceringsdjup

Elisabeth Bölenius och Tomas Rydberg

Våren 2013 startades försök med varierande gödselplaceringsdjup till vårsådd. Sex fältförsök lades ut på Ultuna på både styv och lätt jord. Trots en något för sen sådd och en efterföljande lång torrperiod så är resultaten intressanta.

Sex fältförsök lades ut på två olika jordar för att testa olika gödselplaceringsdjup till korn och våroljeväxter, serie **R2-4139**. På den styva jorden fanns även två olika bearbetningsmetoder, plöjning eller kultivator. På den lätta jorden användes enbart reducerad bearbetning. Totalt blev det två försök på den lättare jorden och fyra försök på den styvare.

Försöken bestod av följande led:

- A. Konventionell kombisådd, 7 cm djup
- B. Luckring och gödsling mellan varannan sårad, 12-13 cm djup
- C. Luckring och gödsling mellan varannan sårad, 20 cm djup

Sådden skedde de första dagarna i maj och efter sådden kom inget regn vilket gjorde att det grodde dåligt på den styvare jorden.

Sådd och gödsling utfördes med en såmaskin med dubbeldiskar och återpackarhjul samt luckrande pinnar med gödselplacering (Väderstad Spirit StripDrill). Pinnarna kan skjutas i sidled och på så sätt få gödselplaceringen mellan raderna. Gödningen spreds på hela djupet ner till 12-13 cm respektive 20 cm detta år.

Resultat

Vårropsen på den lätta jorden hade betydligt färre plantor på våren i det djupast gödslade ledet vilket även visade

sig senare i skörden. Kornet hade inga sådana skillnader, vare sig i plantantal eller skörd (tabell 36).

På den styva jorden, tabell 37, blev det störst skörd i de reducerat bearbetade försöken. De enda skillnader mellan led som fanns här var dock i det konventionellt bearbetade försöket med vårraps där det även här var det djupast gödslade som gav minst skörd, men här även skillnad mellan led A och led B. Planträkningen på våren följde samma mönster som skörden senare.

Generellt har den djupaste gödslingen gett sämre resultat än konventionell kombisådd förutom till korn i det plöjda försöket på den styvare jorden där den djupaste gödslingen varit klart positiv. Mellandjupet, led B, har överträffat det konventionella ledet både till vårrapsen på den lätta jorden och till kornet på den styva.

Inför år 2014 planeras några nya försök med djupare gödselplacering men gödselbillarna kommer då att placera gödningen i strängar på inställt djup. De nya försöken finansieras delvis av forskningsrådet Formas.

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

Tabell 36. Lätt jord. Skörd, kg/ha och relativtal för 2013 i försöksserie R2-4139

	Korn		Våraps	
	Kg/ha	relativtal	Kg/ha	relativtal
A. Konv. Kombisådd	6140	100	1670ab	100
B. Gödsling mellan rader, 12-13 cm djup	5880	96	1730a	104
C. Gödsling mellan rader, 20 cm djup	5880	96	1520b	91
Signifikans för 2013	*			

Tabell 37. Styv jord. Skörd, kg/ha och relativtal för 2013 i försöksserie R2-4139

	Konventionell bearbetning				Reducerad bearbetning			
	Korn		Våraps		Korn		Våraps	
	Kg/ha	rel.tal	Kg/ha	rel.tal	Kg/ha	rel.tal	Kg/ha	rel.tal
A. Konv. Kombisådd	3230	100	1410a	100	3970	100	1570	100
B. Gödsling mellan rader, 12-13 cm djup	3560	110	1290b	91	4110	103	1510	96
C. Gödsling mellan rader, 20 cm djup	3670	114	1120c	80	3870	97	1390	88
Signifikans för 2013	***							

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)
R2-7120	Fasta körspår (CTF)	(2010)

Dessutom pågår ett projekt för att jämföra hjul och band på stora traktorer och tröskor. 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, framförallt i kombination med plöjning, 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 2013 och i medeltal för 1998-2013 visas i tabell 38 respektive 39.

Tabell 38. Skörd (kg/ha och relativt) i försöksserie R2-7115 2013

Försök nr	641/97	642/97	643/97	Medel
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	2013
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Gröda	Vårvete	Höstvete	Höstvete	
Plöjning, normala marktryck	2700	4860	3860	100
Plöjning, låga marktryck	116	100	94	103
Ej plöjning, normala marktryck	101	67	112	93
Ej plöjning, låga marktryck	103	59	108	90
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	94	63	114	90
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	109	96	95	100
Sign. plöjning	n.s.	n.s.	n.s.	
Sign. marktryck	P=0.06	n.s.	n.s.	
Sign. samspel	n.s.	n.s.	n.s.	

Tabell 39. Skörd (kg/ha och relativtal) i försöksserie R2-7115 1998-2013

Försök nr	641	642	643	Alla
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Försöksår	14	16	14	44
Plöjning, normala marktryck	4266	4755	4241	4390
Plöjning, låga marktryck	107	100	99	102
Ej plöjning, normala marktryck	105	99	105	103
Ej plöjning, låga marktryck	107	99	104	103
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	102	99	105	102
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	105	100	99	101

Under 2012 odlades ärter i samtliga försök. Avsikten var att så höstveten efter ärtarna, vilket också gjordes i försök 642 och 643. De blöta förhållandena hösten 2012 gjorde dock att det inte var möjligt att så höstveten i försök 641, som därför odlades med vårsäd (vårveten). Skördenivån i detta försök var låg under 2013. I plöjt led erhöles en kraftig skördehöjning av låga marktryck och dubbelmontage. Detta berodde troligtvis på en jämnare återpackning, vilket var betydelsefullt under torråret 2013. I den plöjningsfria odlingen var betydelsen av däcksutrustning betydligt mindre.

Höstveten såddes under blöta förhållanden och med dåliga förhållanden för övervintring. Bestånden var därför svaga på våren, vilket följdes av långvarig torka, och skördenivån blev låg. I försök 642 var övervintringen speciellt dålig i plöjningsfria led, antagligen på grund av högre vattenhalt i marken. I detta försök erhöles mycket kraftig

skördesänkning i plöjningsfria led. I försök 643 var höstvetebeståndet också ojämnt på våren, dock inte med så tydliga ledskillnader. Skörden blev här högre i de plöjningsfria leden.

I medeltal för samtliga år har positiva effekter av låga marktryck endast erhöles 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, som under 2013.

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 2013 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. 30). Därefter plöjdes marken. Mätningar direkt efter körning visade en kraftigt sänkt genomsläpplighet i packade led på 30 och 50 cm djup (fig. 31) Mätningar hösten 2010 visade ökat penetrationsmotstånd från 30 cm i ett av försöken (fig. 32).

År 2010 odlades vårvete, år 2011 havre och 2012 höstvete. Skörd visas i tabell 40. 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 och 2013 erhöles inga behandlingseffekter vilket tyder på att effekten av matjordspackning klingat ut, och att vi under dessa år inte haft negativa effekter av packning i alven.

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



Fig. 30. Packning med dumper.

Tabell 34. Skörd (kg/ha) i serie R2-7119 2010-2013

Försök	758/2009				759/2009			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
Gröda	Vårvete	Havre	H-vete	Korn	Vårvete	Havre	H-vete	Korn
A=Packat	3240	4150	6290	4890	4420	4190	6730	4570
B=Opakat	5020	4940	6330	5010	4790	4330	6730	4490
Sign.	***	***	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.

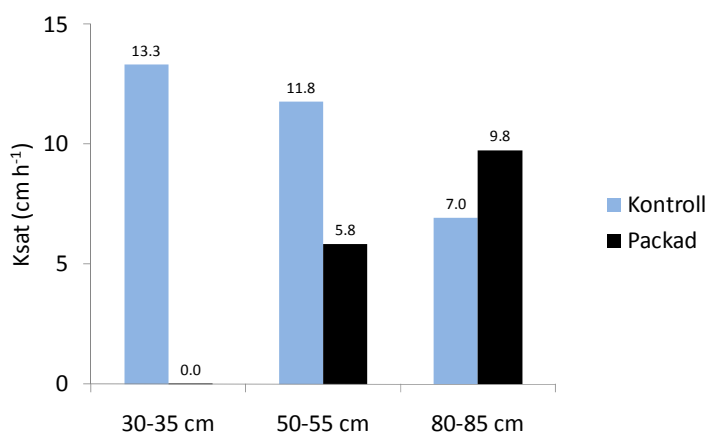


Fig. 31. Genomsläpplighet efter packning på olika djup i markprofilen.

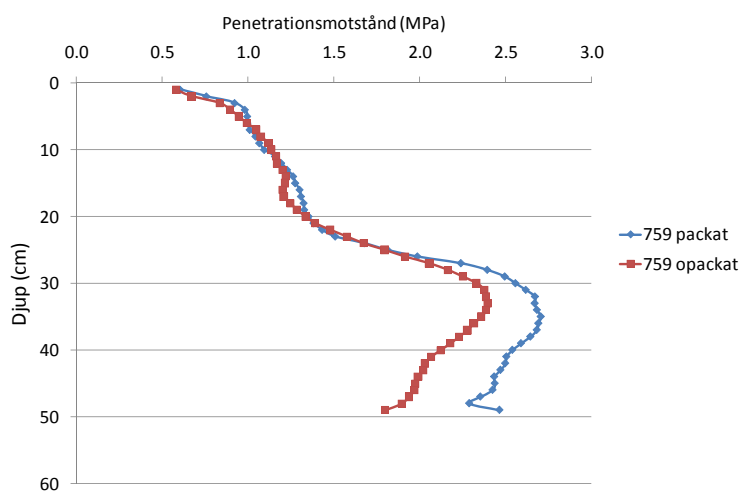


Fig. 32. Penetrationsmotstånd mätt hösten 2010.

Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur

Johan Arvidsson, Lena Holm, Louice Lejon, Marie Hermansson

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 inte 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), sluppmässig körning
B=grund plöjningsfri odling (5-10 cm), sluppmässig körning
C=direktsådd, sluppmässig 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, sluppmässig 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's försöksstation (moränlättilera).

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 görs planträkning och handskörd i och mellan spår. Även i storrutorna på Lydinge har det gjorts planträkning och handskörd i och mellan spår. Storrutorna har dessutom skördekarterats med skördetröska.

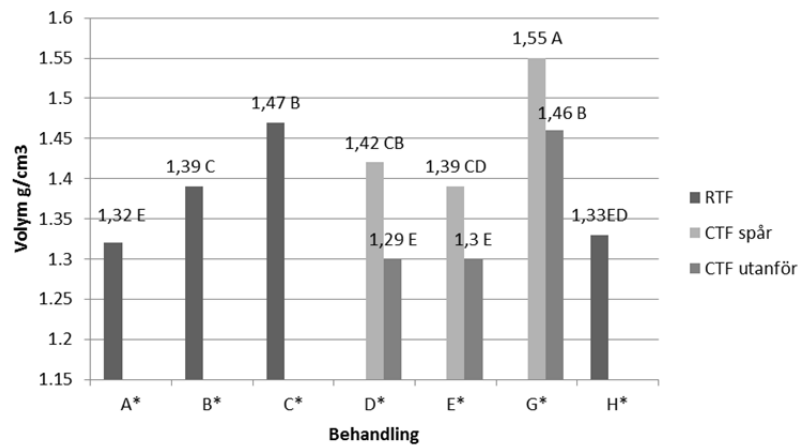
För att mäta packning har mätningar med penetrometer gjorts, både i de traditionella fältförsöken och i storrutorna på Lydinge.

Under 2013 gjordes också mätning av skrymdensitet och genomsläpplighet på Ultuna och Lönnstorp. En del av cylinderproverna från Ultuna scannades också i en datortomograf (skiktröntgen) för att bestämma makroporositet. Metoden ger en tredimensionell bild av porsystemet.

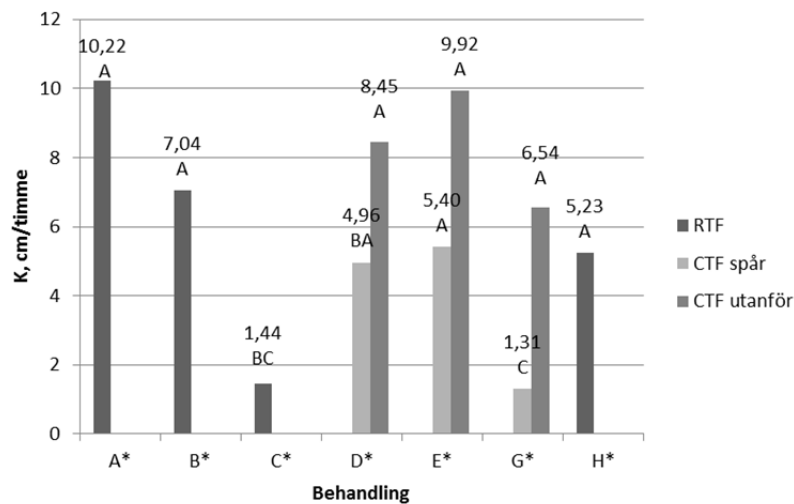
Resultat och diskussion

Skrymdensitet och genomsläpplighet, Lönnstorp

Skrymdensiteten på Lönnstorp redovisas i figur 33. De opackade delarna av fältet hade betydligt lägre skrymdensitet än spåren. Det fanns också en mycket stark koppling till bearbetningssystem, grund bearbetning medförde högre skrymdensitet. Mättad genomsläpplighet mätt på samma cylindrar visas i figur 34. Resultatet stämmer väl överens med genomsläppligheten, där hög skrymdensitet motsvaras av låg genomsläpplighet.



Figur 33. Skrymdensitet i skiktet 10-15 cm på Lönnstorp. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda. RTF=slumpmässig körning, CTF=fasta körspår

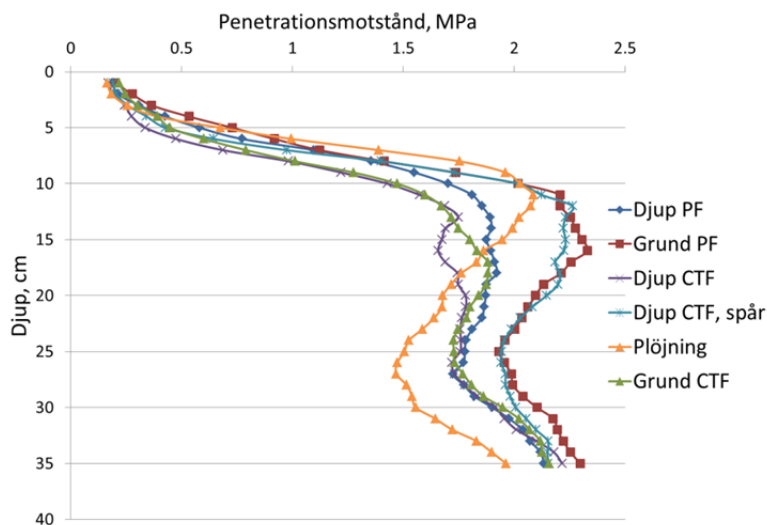


Figur 34. Genomsläpplighet i skiktet 10-15 cm på Lönnstorp. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda. RTF=slumpmässig körning, CTF=fasta körspår

Penetrationsmotstånd, skrymdensitet och genomsläpplighet, Ultuna

Mätning av penetrationsmotstånd på Ultuna visas i figur 35. Skillnaderna mellan

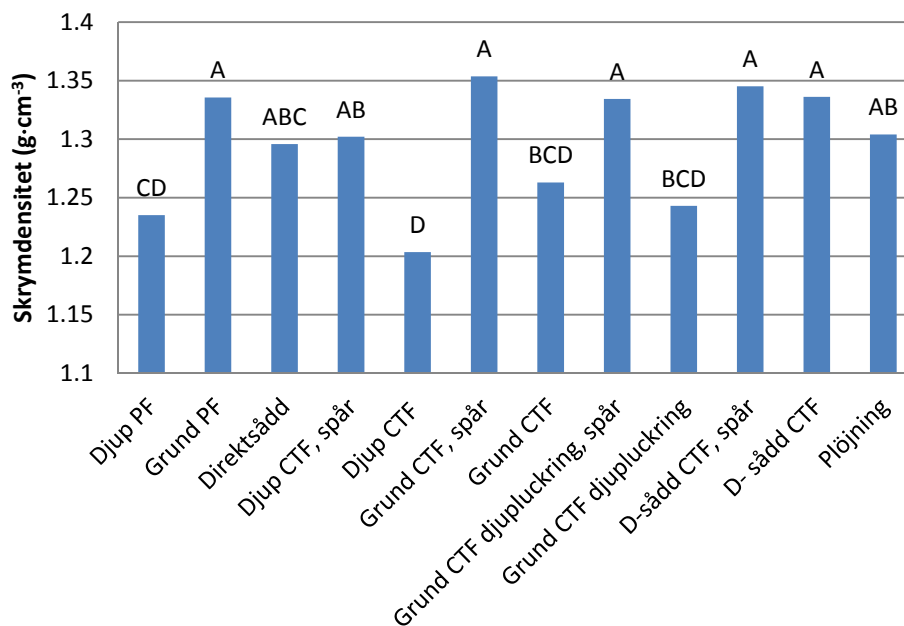
leden var tydliga, med lägst penetrationsmotstånd i två CTF-led ner till drygt 15 cm djup, därunder var motståndet lägst i plöjt led.



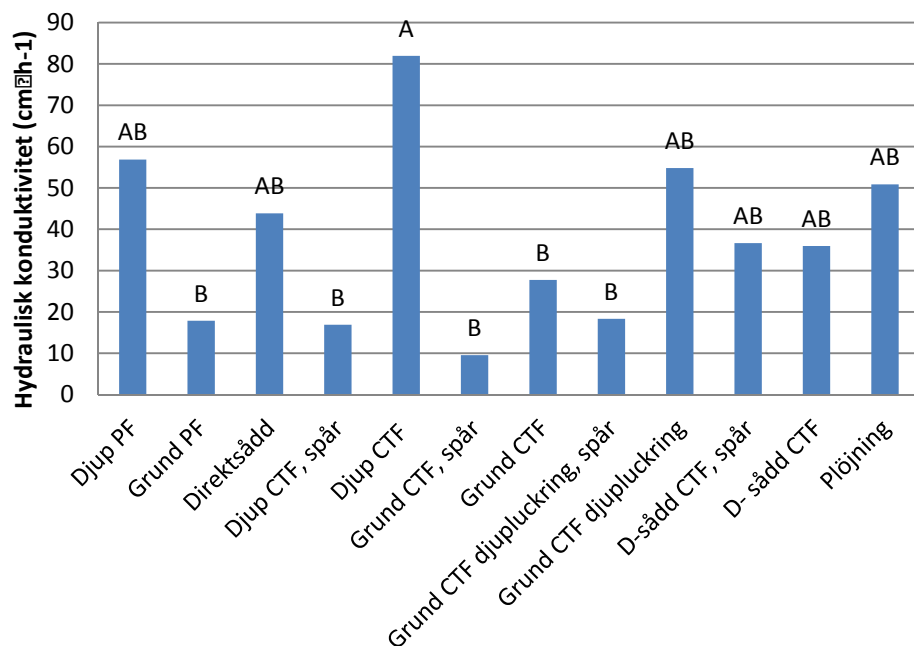
Figur 35. Penetrationsmotstånd på Ultuna mätt i maj 2013. För tydlighet visas endast vissa led.

Skrymdensitet i olika led på Ultuna visas i figur 36, genomsläpplighet i figur 37. Det fanns en stark koppling till

bearbetningssystem, med låg skrymdensitet och hög genomsläpplighet för djup bearbetning.



Figur 36. Torr skrymdensitet för Ultuna, 2013. Led med olika bokstäver skiljer sig signifikant ($p < 0,05$) från varandra.

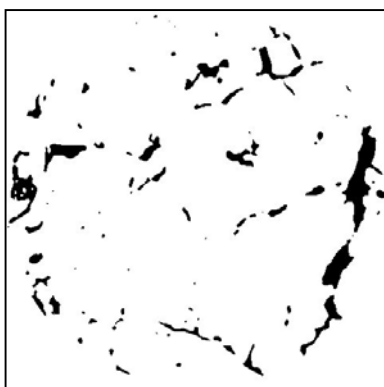


Figur 37. Mättad hydraulisk konduktivitet, Ultuna 2013. Led med olika bokstäver skiljer sig signifikant ($p < 0,05$) från varandra.

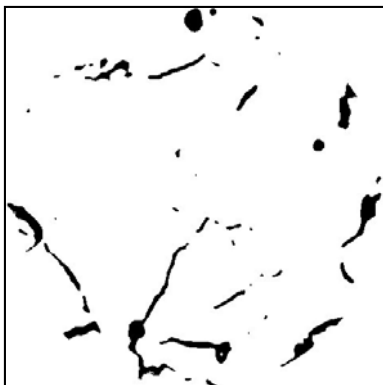
Datortomografi

De cylinderprover som togs 2013 scannades också med s.k. datortomografi. Detta innebär att provet röntgas, och gör

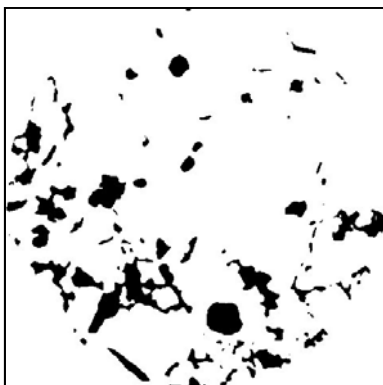
det möjligt att skilja mellan porer och fast material. Exempel på de bilder som erhöles visas i figur 38-43. Av bilderna framgår hur de stora porerna minskar i spår, och att porerna är mer runda i opackade led.



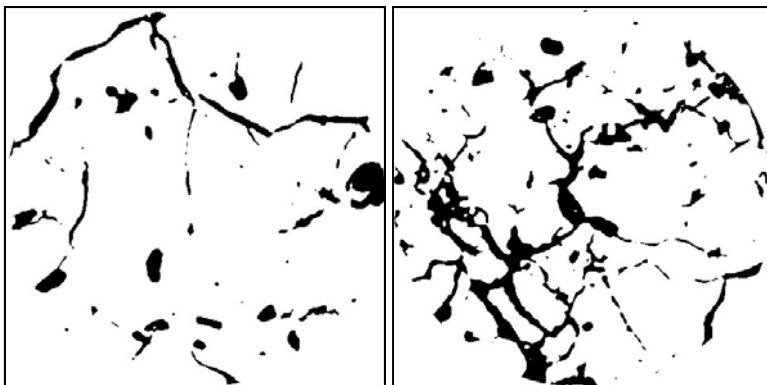
Figur 38. Led B, grund plöjningsfri odling, Säby 2013.



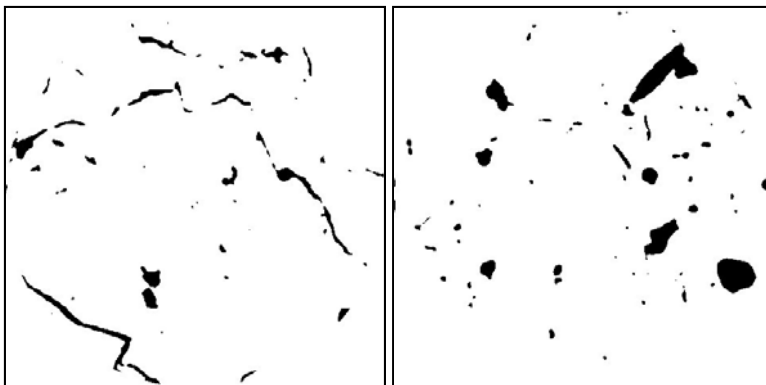
Figur 39. Led C, direktsådd, Säby 2013.



Figur 40. Led D, djup CTF, opackad yta, Säby 2013.



Figur 41. Led E, grund CTF. Till vänster spår, till höger opackad yta. Säby 2013.



Figur 42. Led G, direktsådd CTF. Till vänster spår, till höger opackad yta. Säby 2013



Figur 43. Led H, plöjning, Säby 2013.

Skörd

Skörd i försöken på Ultuna och Lönnstorp visas i tabell 41 och 42. Grund plöjningsfri odling har i medeltal givit högre skörd än djup kultivering. Direktsådden fungerade bra 2011 och 2012 men gav mycket låg

skörd 2013, speciellt i höstraps. Detta berodde både på dålig etablering och snigelskador. Fasta körspår har i medeltal inte haft någon skördehöjande effekt. Skörden i körspåren har varit förvånansvärt hög, i flera fall högre än för konventionell bearbetning.

Tabell 41. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011-2013, kg/ha och relativtal. Kärnskörd utom Lönnstorp 2011 där skörden är kärna + halm.

År	2011	2011	2012	2012	2013	2013	Medel
Plats	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	
Gröda	Korn	H-vete	Vårraps	Korn	Korn	Höstraps	
A=djup PF, konv., kg/ha	4180	13530	2990	10180	4420	4400	100
B=grund PF, konv.	107	96	115	97	109	110	105
C=direktsådd, konv.	100	95	109	98	85	29	86
D0=djup PF, CTF, opack.	100	102	102	100	89	103	99
D1=djup PF, spår	112	99	121	94	91	101	103
E0= grund PF, CTF	99	102	92	92	83	99	94
E1= grund PF, spår	110	97	104	100	101	102	102
F0= gr. PF, CTF, djupl.	92	103	103	94	86	110	98
F1= gr. PF, djupl., spår	111	98	105	92	99	103	101
G0= direktsådd, CTF	93	96	101	90	89	75	91
G= direktsådd, spår	110	92	100	87	89	22	83
H=plöjning, konv.	124	97	108	100	104	112	107

Tabell 42. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011-2013. Medeltal för led med och utan CTF

År	2011	2011	2012	2012	2013	2013	Medel
Plats	Ultuna	Lönnstorp	Ultuna	Lönnstorp	Ultuna	Lönnstorp	
Gröda	Korn	Höstvete	Vårraps	Korn	Korn	Höstraps	
Medel konv.	100	100	100	100	100	100	100
Medel CTF	95	103	91	96	90	115	98
Medel spår	108	99	100	95	96	92	98

Skörd i de olika leden på Lydinge, medeltal för de enskilda åren 2011-2013, visas i Tabell 43. I de handskördade rutorna fanns inga entydiga skillnader mellan slumpmässig körning och CTF. Skörden

var i genomsnitt ca 12 % lägre i, jämfört med mellan spår, skillnaden var störst i de vårsådda grödorna. I de skördekarterade rutorna var skördeskillnaden liten mellan slumpmässig körning och fasta körspår.

Tabell 43. Skörd på Lydinge 2011-2013, kg/ha och relativtal. Resultat i skördekarterade rutor 2013 är ännu ej analyserade

	2011	2012	2013	Medel
<i>Handskördat</i>				
Konventionell bearb.=100	7440	6280	7400	100
CTF i spår	80	94	89	89
CTF mellan spår	102	109	97	101
<i>Skördekarterat</i>				
Konventionell=100	7138	6065		100
CTF	98	97		97

Miljöövervakning – Markpackning

Elisabeth Bölenius

I Sverige har markpackningsfrågor studerats i över femtio år och i ett eventuellt kommande markdirektiv på Europainivå framhålls markpackning som ett mycket allvarligt hot 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 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 o.s.v. 2015 kommer tredje mätomgången startas. Resultaten kommer att bli mer och mer intressanta när fler fält undersökts upprepade 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 och framåt.

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 sådjun, 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 år.

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 – 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

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 infiltrations-hastigheten. Den torra skrymdensiteten har legat relativt oförändrad, ett av fälten har dock haft en stor minskning i skrym-densitet. 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 11-15

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 mätillfället. 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 vatten-fyllda 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.

Fält 16-20

Mättad vattengenomsläpplighet

Den mättade vattengenomsläppligheten har försämrats på alla fem fälten och alla fem fält har nu mycket låg genomsläpplighet.

Skrymdensitet

På två av fälten har skrymdensiteten ökat något på 30-35 cm. På två andra fält har skrymdensiteten minskat på samma djup och på det ena har den även minskat på 50-55 cm.

Porositet

Porositeten har förändrats på samma fält och nivåer som skrymdensiteten men med motsatta tecken, d.v.s. ökat där skrym-

densiteten minskat och tvärsom. En ökning av andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har skett på tre av fälten. På två av dessa har detta skett på både 50-55 cm och 70-75 cm. På det tredje har det skett en svag ökning på 30-35 cm.

Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotståndet har varit oförändrat på två fält och ökat på tre fält. På dessa fält kan ökningen tillskrivas att det var torrare vid det andra mättillfället. Det som kan noteras är att samtliga kurvor följer varandra relativt parallellt.

Sammantaget kan sägas att infiltrationen är mycket låg, det har inte skett några stora förändringarna under perioden och där det skett har förändringen varit negativ d.v.s. genomsläppligheten har minskat ytterligare. Där den största förändringen i genomsläpplighet skedde minskade dock skrymdensiteten och porositeten ökade. Här ökade även andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck vilket tyder på minskad mängd stora porer och ökad mängd små porer.

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.

På de fem fält som provtogs 2012 har det inte skett några större förändringar. Dock är den mättade genomsläppligheten mycket låg på alla dessa fem fält och alla förändringar som skett är negativa

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.

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 höst- och vinterbevuxen mark samt för stödsystemet för fånggröda och vårbearbetning. Resultaten har använts i rådgivning och utbildning både regionalt och nationellt.

Försöksplanen, så som den ser ut från och med hösten 2012, presenteras i tabell 44. Tre nya potentiella åtgärder för minskade utlakningsförluster av kväve har införts. Det är återpackning av höstplöjda led (med tiltpackare och en hösthavning), etablering av oljerättika som mellangröda samt etablering av en leguminos (luddvicker) i sambestånd med sandhavre. Båda mellangrödorna etableras efter en ytlig bearbetning. Hösten 2013 fick svarhavre ersätta sandhavren i led D.

Hösten 2012 blev skörden ovanligt sen på grund av mycket nederbörd. Fånggrödorna kom således i marken sent vilket begränsade dess tillväxt under hösten (figur 44). I rutorna som såtts in med oljerättika dominerade kvickrot och engelskt rajgräs (en rest från tidigare försöksplan där dessa rutor såtts in med rajgräs).

Tabell 44. Försöksplan (från och med hösten 2012) för försök R2-8405 på Mellby

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	Nedplöjes
E	Plöjning på senhösten ca 1/11	-	Eng. Rajgräs	Nedplöjes
F	Carrierbearbetning tidig höst, vårplöjning	-	Oljerättika	Nedplöjes
G	Vårplöjning	-	Eng. Rajgräs	Nedplöjes
H	Vårplöjning	-	-	Nedplöjes

Led D: luddvicker+sandhavre



Led F: oljerättika



Led E: engelskt rajgräs



Figur 44. Fånggrödor fotade den 10:e november 2012 i försök R2-8405 på Mellby i Halland.

Tabell 45. Mängd torrs substans, kväveinnehåll i procent och totalt innehåll av kväve i ovanjordiska delar av fånggrödor, ogräs och spillsäd under hösten (10 november 2012)

	A	B	C	D	E	F	G	H
Ts (kg/ha)	44	17	25	194	754	175	772	181
N % av ts	5,7	5,9	5,8	3,4	2,5	3,6	2,5	2,6
N (kg/ha)	2,5	1,0	1,4	6,6	18,9	6,2	18,9	4,8



Led F: oljerättika



Led E: engelskt rajgräs



Figur 45. Fånggrödor fotade den 26:e november 2013 i försök R2-8405 på Mellby i Halland.

Tabell 46. Skörd (kg/ha och relativtal) år 2013. Inga signifikanta skillnader

År, gröda	A	B	C	D	E	F	G	H
2013, vårkorn	6270=100	102	104	108	110	109	102	102

Hösten 2013 gjorde en tidigare skörd av huvudgrödan det möjligt att så de höstsådda fånggrödorna ett par veckor tidigare än 2012. De hann därmed också få en betydligt bättre tillväxt under hösten 2013 (figur 45).

Grönmassa och kväveupptag i ovanjordisk växtlighet under hösten 2012 visas i tabell

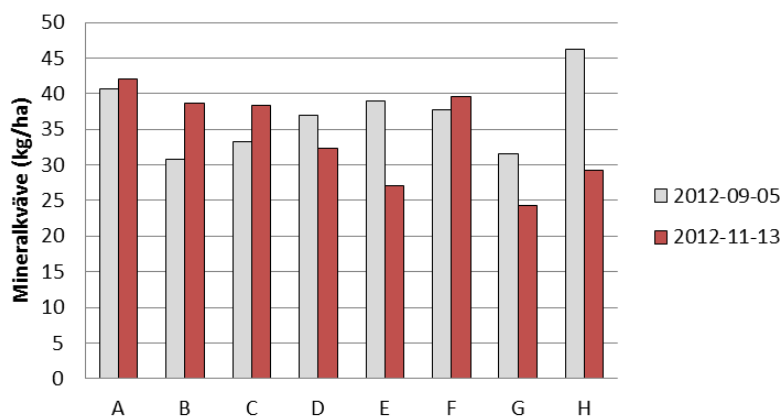
45. Leden med rajgräsinsådd (E och G) hade hösten 2012 betydligt större grönmassa och ett högre kväveupptag än övriga led. I leden med oljerättika (D) och lusern/sandhavre (F) var kväveupptaget endast måttligt större än i leden utan fånggröda.

Skördenivån för vårkornet 2013 var för försöksplatsen relativt hög, 6-7 ton i samtliga led (tabell 46). De tre leden med fånggröda som plöjdes ner på hösten, led D (luddvicker+sandavre), E (engelskt rajgräs) och F (oljerättika) avkastade bäst. Ledet med fånggröda som plöjdes ner på våren, led G, avkastade i nivå med leden utan fånggröda. Skillnaderna mellan leden var dock inte signifikanta.

Mineralkväve (kg ha^{-1}), i skiktet 0-90 cm vid två tillfällen under hösten 2012 visas i figur 46. Leden med engelskt rajgräs, led E och G innehöll minst mängd mineralkväve sent på hösten. Detta kunde förklaras av ett högre kväveupptag i växtlighet under hösten än i övriga led (tabell 44). Leden med fånggröda som etablerats efter en grund bearbetning på hösten, led D och F, innehöll något mer mineralkväve. Speciellt

i ledet med oljerättika, led F, återfanns relativt stora mängder vilket förmodligen hängde ihop med den dåliga etableringen av oljerättikan. Dessutom växte i F-rutorna tidigare engelskt rajgräs (ingick i den förra försöksplanen) som bearbetades ner i och med den grunda bearbetningen inför etableringen av oljerättika. Från detta växtmaterial frigjordes antagligen sedan kväve under hösten 2012.

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



Figur 46. Mineralkväve (kg N ha^{-1}) i marken i 0-90 cm i led A-H i försök R2-8405, Mellby, Halland vid provtagning hösten 2012.

Kväveeffektiv jordbearbetning

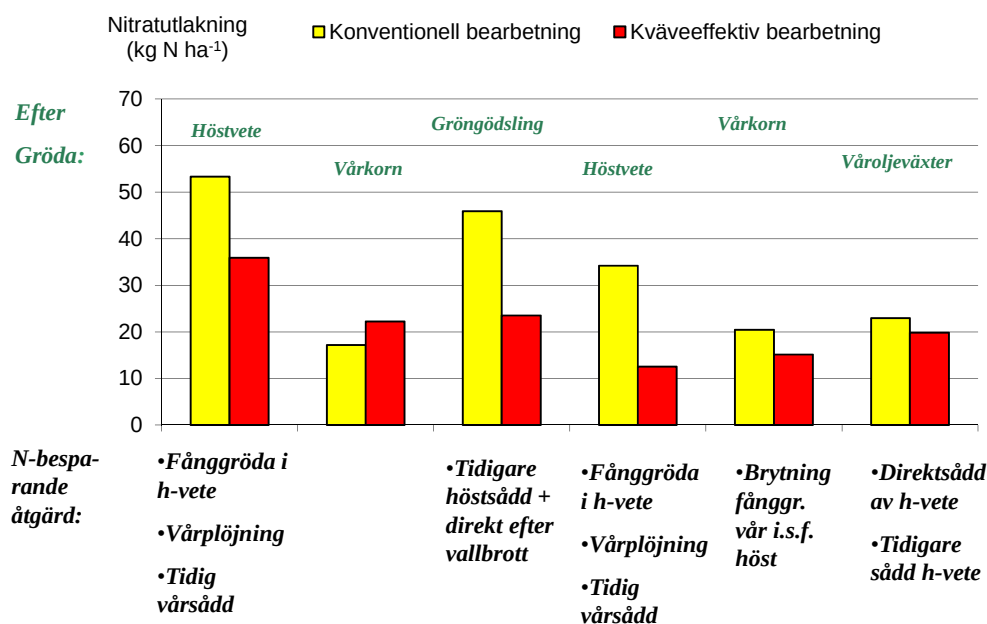
Åsa Myrbeck

På Mellby i Halland ligger sex specialtäckdikade rutor från vilka man kan mäta utlakning av näringsämnen genom uppsamling av dräneringsvattent. Mellan 1998 och 2012 jämfördes två olika bearbetningssystem med avseende på kväveförluster. År 2013 var ett utjämningsår då vi studerade efterverkans effekter av tidigare behandlingar.

Fältförsök R2-8407 etablerades 1996 då sex rutor specialtäckdikades på Mellby i Halland. Under åren 1998-2012 jämfördes två olika jordbearbetningssystem i en sexårig växtföljd för att belysa vad ett antal olika kvävebesparande åtgärder får för ackumulerad effekt när de appliceras inom en och samma växtföljd. Det ena systemet betraktades som konventionellt och det andra som kväveeffektivt. I det kväveeffektiva systemet ingick 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.

Försöket visade att det är möjligt att spara kväve genom en hel växtföljd om metoderna för jordbearbetning anpassas till växtföljden (figur 47). Räknat på hur mycket nitratkväve 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.



Figur 47. Utlakning av nitratkväve (kg N ha⁻¹) under respektive hydrologiskt år i växtföljden som ett snitt av två växtföljdsomgångar (1999/00-2010/11). I figuren anges också efter vilken gröda mätningarna är gjorda samt de åtgärder som vidtagits i det kväveeffektiva systemet under mätperioden.

Effekten av insatta åtgärder på kväveutlakningen avtog dock något under försökets senare år, vilket skulle kunna vara årsmånsrelaterat. Det skulle också kunna vara ett tecken på att systemet nu börjat leverera tillbaka en del av tidigare inlagrat kväve och att oförändrat positiva effekter av enskilda åtgärder inte kan förväntas vid kontinuerlig tillämpning. Uppmätt nitratutlakning under utjämningsåret 2012/13 var dock endast 3 kg ha⁻¹ högre i de rutor där det kväveeffektiva systemet tillämpats än i det konventionella systemets rutor (15 jämfört med 12 kg ha⁻¹). Det tycks därmed inte som om vi har någon

betydande långsiktig ökning av markens mineraliseringspotential som en följd av det kväveeffektiva systemet. Vi hoppas kunna starta ett nytt försök på platsen under de närmaste åren.

En mer utförlig redovisning av projektet finns i "Rapporter från Jordbearbetningen nr. 124, 2012". Försöket har under år 2013 finansierats inom SLU:s ram för långliggande fältförsök. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-67 12 13 och Tomas Rydberg, 018-67 12 00.