



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

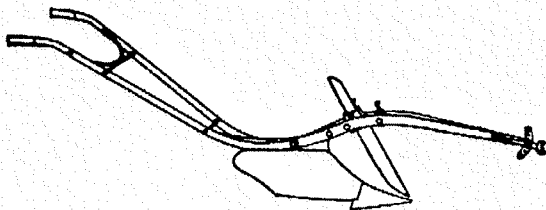
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala.

Department of Soil Sciences,

Reports from the Division of Soil Management



Nr 98

2000

Johan Arvidsson, redaktör

**Jordbearbetningsavdelningens
årsrapport 1999**

ISSN 0348-0976
ISRN SLU-JB-R--98--SE

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för jordbearbetning

Rapporter från jordbearbetnings-
avdelningen. Nr 98, 2000
ISSN 0348-0976
ISRN SLU-JB-R--98--SE

Johan Arvidsson, Ararso Etana, John Löfkvist, Magnus Melin, Lars Pålsson,
Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner.

JORDBEARBETNINGSAVDELNINGENS ÅRSRAPPORT 1999

Abstract

RESULTS OF RESEARCH IN SOIL TILLAGE IN 1999

This report summarizes the activities carried out by the Division of Soil Management in 1999, including the results from about 100 field experiments. The experimental sites were located all over Sweden. The experiments are grouped within the following programs:

*Primary tillage and tillage systems
Seedbed preparation and properties related to the surface layer
Soil compaction, soil structure and soil conservation
Mechanical weed control
Nutrient leaching and erosion*

INLEDNING

Denna rapport tar upp större delen av verksamheten som bedrevs vid avdelningen för jordbearbetning under 1999, och redovisar resultat från samtliga fältförsök som drivs av avdelningen. Uppläggningsen är i stort sett densamma som i tidigare årsrapporter. Verksamheten redovisas under avdelningens olika program: (1) grundläggande bearbetning och bearbetningssystem, (2) såbäddsberedning och ytskiktets funktion, (3) markstruktur, jordpackning och markvård, (4) mekanisk ogräsbekämpning samt (5) växtnäringutlakning och erosion. Syftet är detsamma som tidigare, d.v.s.

- Information om avdelningens verksamhet. -Genom denna rapport får man snabbt en bild av vilka försök och vilken forskning som utförs vid avdelningen. Avsikten är också att delge resultaten på ett lättillgängligt sätt, med en kort text som redovisar de viktigaste resultaten från varje försöksserie eller forskningsprojekt. Den som önskar ytterligare information kan höra av sig till den kontaktperson som anges i texten.
- En snabb och löpande resultatredovisning av de fältförsök som drivs vid avdelningen. Liksom förut kommer enskilda försöksserier att redovisas utförligt i rapportform efter seriens avslutande men årsrapporten medger en snabbare publicering av pågående försök.
- Information om vad avdelningen inte håller på med. -Detta är också en viktig uppgift. Som läsare kan du snabbt konstatera: Varför finns ingen forskning som behandlar den fråga jag tycker är viktig? Vi hoppas att rapporten ska medverka till en dialog där människor runt om i jordbrukssverige kommer till oss med synpunkter på vår verksamhet.

Texten till de olika avsnitten har i regel skrivits av den (de) kontaktperson(er) som anges för respektive avsnitt.

Jordbearbetningsavdelningen, SLU, april 2000

Johan Arvidsson	Britt-Louise Atterdagsdotter	Niklas Björkman
Ararso Etana	Sixten Gunnarsson	Inge Håkansson
Sven-Erik Karlsson	Einar Larsson	John Löfqvist
Berth Mårtensson	Magnus Melin	Åsa Myhrbeck
Nina Nordström	Lars Pålsson	Tomas Rydberg
Maria Stenberg	Urban Svantesson	Andreas Trautner

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem	4
Olika bearbetningssystem - luckringsbehov	5
Olika bearbetningssystem - jordpackning	6
Olika bearbetningssystem - gödselplacering	8
Olika bearbetningssystem - halmbehandling	9
Bortodling av myr	11
Direktsådd	12
Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling	14
Grund plöjning kontra kultivatorbruk vid höstsådd	16
Markfysikaliska studier i långliggande försök med reducerad bearbetning	18
Såbäddsberedning och ytskiktets funktion	22
Försök med såplog	23
Såbäddens betydelse för sockerbetans uppkomst och tillväxt	26
Jordpackning, markstruktur och markvård	30
Packning av tunga betupptagare i fältförsök startade 1995-97	31
Mätning av alvpackning med olika axelbelastningar och vattenhalter	33
Marktryck under bandfordon	37
Låga marktryck i odling med och utan plöjning	39
Mullhalt och markfysikaliska egenskaper i bördighetsförsöken	42
Tubulering - en kostnadseffektiv markvårdsåtgärd	48
Biologisk alvluckring	52
Mekanisk ogräsbekämpning	55
Kvickrotsbekämpning i plöjningsfri odling	56

Växtnäringsutlakning och erosion	60
Bearbetningssystem och fosforerosion	61
Bearbetning - fosforerosion - N-läckage	61
Kväveeffektiv jordbearbetning	63
Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord	64
Grön mark och N-utlakning	65
Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder	65
Flytgödsel- fånggrödor - utlakning	66
Miljöanpassad flytgödsel och fånggrödor	68
Växtföljder - fånggrödor - utlakning	70
Jordbearbetning - kväveutlakning	71
Litteratur fosforerosion, grön mark och kväveutlakning	74
Plöjningstidpunktens inverkan på markstruktur, växtproduktion och kväveutlakning på lerjord	76

GRUNDLÄGGANDE BEARBETNING OCH -SYSTEM

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

- att undersöka under vilka förhållanden minskad bearbetning (plöjningsfri odling) ger ett bättre odlingssystem (med avseende på skörd, ekonomi och markstruktur) än odling med plöjning
- att belysa vilken plöjningsteknik som är bäst under olika förhållanden
- att undersöka olika bearbetningssystem inom plöjningsfri odling
- att optimera bearbetningen i förhållande till växtnäringens utnyttjande
- 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
R2-4108	(1992)	Grund plöjning kontra kultivatorbruk vid höstsådd
R2-4110, 4111	(1999)	Plöjningstidpunktens inverkan på markstruktur, växtproduktion och kväveutlakning på lerjord (redovisas i avsnittet om växtnäring)

Olika bearbetningssystem-luckringsbehov

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

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

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

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

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

Resultat

Hösten 1998 plöjdes led A och led B. Som framgår av tabell 1 har de plöjda leden hävdats sig väl under 1999. En mycket våt och fuktig höst 1998 tillsammans med mycket torra förhållanden under en lång period efter sådd våren 1999 har med största sannolikhet varit de främsta orsakerna till att de plöjda leden resulterat i högre skördar. Observera dock att skördenivån var låg.

Resultaten från övriga försök i serien visar på klara positiva effekter av både en djupluckring och en återkommande plöjning, i genomsnitt 2-3 %. Dessa resultat finns utförligare redovisade i årsrapporten från 1994. Positiva effekter av djupkultivering redovisas även i serie R2-4027. Däremot framträder ej fördelarna med en djupare bearbetning i detta försök. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel 018/671200.

Tabell 1. Skörd, kg/ha, och relativtal (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007 1999

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	Ul	Korn	Korn	2340	116	91	82	72	n.s.
25 försöksår				100	105	105	105	104	

Olika bearbetningssystem-jordpackning

I många försök har visats att om plöjning ersätts med enbart ytlig stubbearbetning så blir matjorden lätt för kompakt. Men vad händer om man i stället för plöjning bearbetar med en kultivator till ca 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/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 sockerbetor
- 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., den sista till 20 cm.

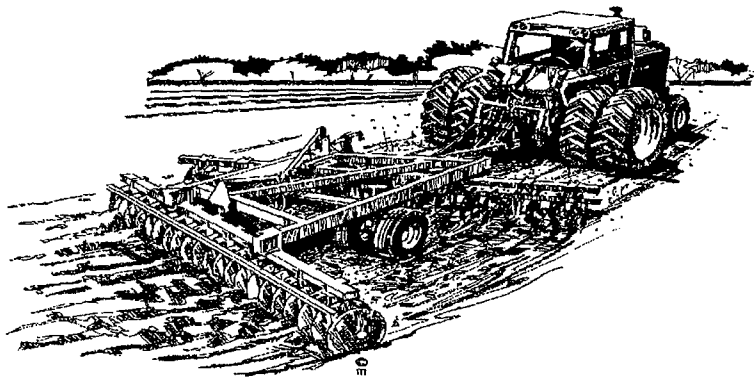
Serien har sedan 1989 endast omfattat ett fastliggande försök på Lönnstorp. I samband med förnyelsen av försöksplanen hösten 1991 genomfördes ingen förändring av rutfördelningen i fält. Detta innebär att möjligheterna att studera långsiktiga effekter av enbart ytlig bearbetning fortfarande kvarstår.

Resultat

År 1992 odlades höstvet. I genomsnitt var skörden i plöjda led högre än i de plöjningsfria och någon positiv effekt av den djupare bearbetningen kunde ej konstateras. Däremot medförde djupkultivering höjd skörd år 1993 då grödan var sockerbetor. Även år 1994 då grödan var havre resulterade djupkultivering i högre skörd. Korngrödan 1995 reagerade däremot ej positivt på en djupare och intensivare bearbetning i plöjningsfria led. År 1995 är också det första år som plöjningsfritt genomgående resulterat i högre skörd. En förbättrad vattenhushållning under sommarens torra perioder är den troligaste orsaken. År 1996 var grödan höstoljeväxter och av tabell 2 framgår att djupbearbetningen i plöjningsfria led resulterat i en skördeökning på ca 10 procentenheter. Även sommaren 1997 var periodvis mycket varm och nederbördsfattig, vilket troligtvis även detta år är en förklaring till de högre skördarna med plöjningsfri odling. En ytterligare orsak till det större skördeutbytet med plöjningsfri odling kan vara att förfrukten var oljeväxter. Normalt fungerar då plöjningsfri odling mycket bra i förhållande till konventionell teknik. År 1998 var grödan sockerbetor och av resultaten i tabell 2 framgår att enbart ytlig bearbetning varit ett sämre alternativ än både plöjning och kultivering till 20 cm. År 1999 odlades korn. Plöjning och stubbearbetning genomfördes först under våren 1999. Någon intensiv bearbetning förekom ej. Vårplöjning i förhållande till enbart ytlig bearbetning på våren resulterade i lägre skördar. En trolig orsak är förmodligen en större vattenbrist i vårplöjda led då klimatet efter sådd var förhållandevis mycket torrt (tabell 2). Försöket finansieras med medel för långliggande försök. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018/67 12 00.

Tabell 2. Skörd och relativtal (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-1999 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj D LL. A=plöjning, normal bearbetning. B=plöjningsfritt, plöjning till sockerbetor. C=plöjningsfritt. 1=normal intensitet och normalt djup. 2=intensiv och djup bearbetning

År	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gröda	h-vete, kg/ha	s-betor, ton/ha	havre, kg/ha	korn, kg/ha	h-oljev, kg/ha	h-vete, kg/ha	s-betor ton/ha	korn kg/ha
A1:	4500	62.3	4320	5640	3660	8250	45.3	5290
A2:	104	100	106	102	98	102	108	84
B1:	93	104	99	110	88	104	108	128
B2:	96	103	101	111	96	105	103	124
C1:	86	95	95	112	90	105	90	118
C2:	83	100	96	109	100	105	99	119
A:	100	100	100	100	100	100	100	100
B:	93	103	97	109	93	103	101	137
C:	83	97	92	109	96	104	91	129
1:	100	100	100	100	100	100	100	100
2:	101	101	103	100	106	101	104	95
Sign bearb.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	***
Sign int.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Sign sam.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.



Olika bearbetningssystem-gödselplacering

I försök med kombisådd i plöjda och icke plöjda led har i genomsnitt en skördeökning på 5 % noterats för kombisådd i det konventionella ledet medan skördeökningen varit nära den dubbla i det plöjningsfria ledet.

Motivet till att denna serie (R2-4009) startades i mitten av 1970-talet var att undersöka om den förmodade försämringen av tillgängligheten av främst fosfor och i viss mån även kalium, vid enbart ytlig bearbetning, kunde förbättras av en djupare gödselplacering. Försöksserien har omfattat två st försök varav det ena på Källunda i Skåne (Ug) och det andra på Röbbäcksdalen (AC). Endast försöket på Röbbäcksdalen pågår idag. 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 och till ett djup av 10-12 cm. Plöjning vissa år har i denna serie utförts ca vart fjärde år, senast hösten 1996. 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 höst- och vårstråsäd sammanslaget med ett skördeår med vårraps från Källunda och för vårstråsäd sammanslaget med två år med foderraps från Röbbäcksdalen presenteras i tabell 3. På Källunda har även odlats sockerbeter (1 år) och vall (2 år) och på Röbbäcksdalen potatis (1 år) och vall (4 år). Mycket tyder på att radmyllning av handelsgödsel medför större skördeökning vid plöjningsfri odling jämfört med konventionell bearbetning. Försöket finansieras med medel för långliggande försök. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018/67 12 00.

Tabell 3. Skörd, kg/ha och relativt (plöjning, gödsel på ytan=100) i försöksserie R2-4009 1976-1999

Försök nr	200/75	235/76	Samtliga	235/76
Län/plats	Ug	AC	1976-1998	Gröda: vall I
Jordart	nmh I Mo	nmh I Mo		ts-skörd 1999
Antal försöksår	9	16	25	kg/ha
Plöjn. varje år, gödsel på ytan	100	100	100	6585
Plöjn. varje år, myllad gödsel	104	106	105	92
Plöjn. vissa år, gödsel på ytan	96	100	99	101
Plöjn. vissa år, myllad gödsel	101	106	104	91
Aldrig plöjning, gödsel på ytan	95	91	93	96
Aldrig plöjning, myllad gödsel	98	105	102	87
Plöjning varje år	100	100	100	100
Plöjning vissa år	97	100	99	101
Aldrig plöjning	95	95	96	90
Gödsel på ytan	100	100	100	100
Myllad gödsel	104	109	107	91
Signifikans				n.s.

Olika bearbetningssystem-halmbehandling

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. På Lanna har exempelvis plöjning vissa år (B-ledet) inneburit plöjning höstarna 1977, 1990 och 1992. Växtföljderna på försöksplatserna har varit stråsådesdominerade med oljeväxter som omväxlingsgrödor.

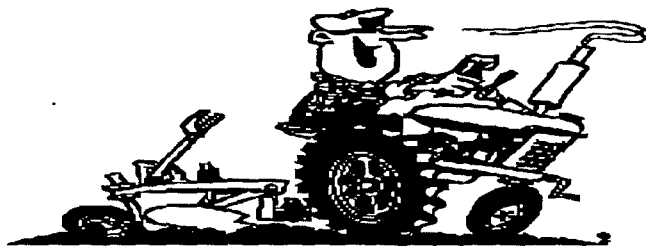
Resultat

Resultaten sammanfattas i tabell 4. I genomsnitt, för samtliga försöksplatser, har den

plöjningsfria odlingen gynnats med ett par procentenheter av att skörderesterna förts bort. Ser man till de enskilda försöksplatserna så tycks halmhärgning ej vara nödvändigt vid plöjningsfri odling på mellanlera och styv lera. Däremot har det resulterat i klara positiva effekter på de två platserna med lättare jord.

En i många sammanhang återkommande fråga är om resultatet med plöjningsfri odling blir bättre och bättre ju längre tekniken tillämpas. Något entydigt svar föreligger dock ej men en viss antydning om att så mycket väl kan vara fallet utgör resultaten från försöket på Lanna som anlades 1974. Från näst intill katastrofala resultat med enbart ytlig bearbetning under de första 4-5 åren har en stegvis förbättring ägt rum (figur 1). Den positiva skördetrenden har förmodligen inte enbart orsakats av förbättrade markförhållanden utan bidragande orsaker har även varit en genom åren ökad kunskap om hur plöjningsfri odling bäst genomförs och likaså en genom åren förbättrad redskapstillgång. Försöket på Lanna finansieras med medel avsatta för långliggande försök.

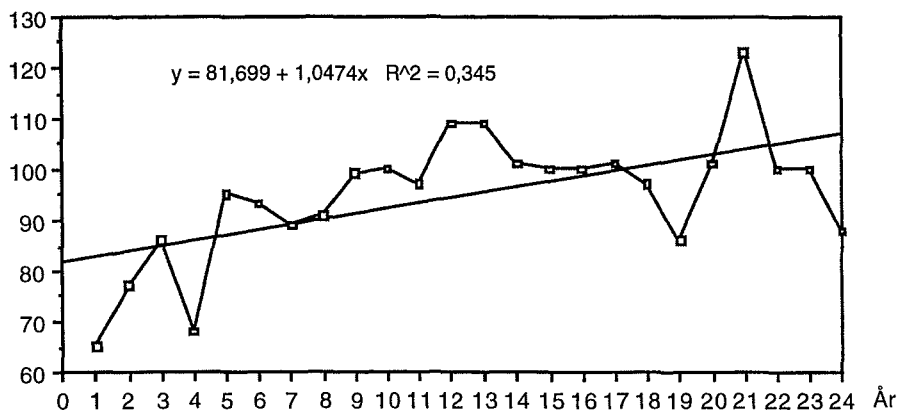
Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel 018/67 1200.



Tabell 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-1999

Försök nr	86/75	201/77	3/75	381/74	Samtliga	381/74 1999
Län/plats	S	R	E	La		
Jordart	mmh mo LL	mmh ML	mmh mo LL	mmh SL		h-vete, kg/ha
Antal försöksår	11	7	8	24		
Plöjt varje år, halm bortförd	100	100	100	100	100	100
Plöjt varje år, halm hackad	99	104	97	101	100	99
Plöjt vissa år, halm bortförd	105	107	99	99	101	90
Plöjt vissa år, halm hackad	103	107	96	99	101	91
Aldrig plöjt, halm bortförd	110	109	94	96	101	86
Aldrig plöjt, halm hackad	106	109	87	95	98	90
Plöjning varje år	100	100	100	100	100	100
Plöjning vissa år	105	105	99	98	101	100
Aldrig plöjning	109	107	92	95	99	100
Halmen bortförd	100	100	100	100	100	100
Halmen hackad	98	101	95	100	99	101
Signifikans bearbetning						***
Signifikans halmbehandling						n.s.
Signifikans samspel						n.s.

Rel. skörd (plöjning = 100)



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

Bortodling av myr

Bearbetning av en torvjord resulterade i en bortodling av ungefär 3 mm/år. Resultaten skilde inte nämnvärt mellan plöjda och enbart stubbearbetade led. I ett försöksled med permanent vall var bortodlingen närmast försumbar.

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

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

B = Stubbearb. varje år och plöjning vissa år.

C = Stubbearb. varje år och ingen plöjning.

D = Ingen bearbetning, permanent vall.

B-ledet har plöjts i genomsnitt 3 år av 4. B-ledet plöjdes också hösten 1997.

Resultat

En sammanställning från avvägningarna

redovisas i tabell 5, och skörderresultaten i tabell 6. Nivåsänkningen i de bearbetade leden är av storleken 3 mm/år, medan bortodlingen under den permanenta vallen varit närmast försumbar. Några större skillnader i bortodling mellan de bearbetade försöksleden (A, B och C) har hittills ej registrerats. En slutsats kan därför bli att torvjordar överhuvud taget inte bör bearbetas om bortodlingen skall upphöra i nämnvärd omfattning. Värt att notera är också det plöjda ledets (led A) förhållandevis måttliga nivåsänkning till år 1983. Detta beror troligtvis på plöjningens luckrande verkan. De små skillnaderna mellan de bearbetade leden i den här undersökningen bör inte tolkas alltför vidsträckt. Erfarenheter från mer intensiv odling, t.ex. potatisodling, har visat på en bortodling av storleken 1 cm/år. Det går därför inte att hävda att olika typer av jordbearbetning generellt sett resulterar i ungefär lika stor bortodling. Vidare bör också nämnas att egenskaper hos olika torvjordar kan variera. Detta försök finansieras med medel avsatta för långliggande försök. Kontaktperson för försöket är Tomas Rydberg, tel. 018/671200.

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

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

Tabell 6. Skörd, kg/ha och relativatal (plöjning varje år=100) i serie R2-4014 1976-1999

Försök nr	Län/ plats	Jordart	Gröda	Förf.	Plöjn. varje år	Plöjn. vissa år	Aldrig plöjn.	Sign.
188/76 1999	St	Kärrtorv	Havre	Havre	2410	100	99	n.s.
22 försöksår					100	103	107	

Direktsådd

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

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

Sedan 1992 ingår även sub-leden

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

Under pågående försöksperiod har emellertid C-led aldrig plöjts. Direktsådden har fram till

och med 1988 utförts med en” trippel-disc maskin” av märket Bettinson, därefter med Väderstads DS-maskin och från och med 1997 med Väderstads Rapid.

Resultat

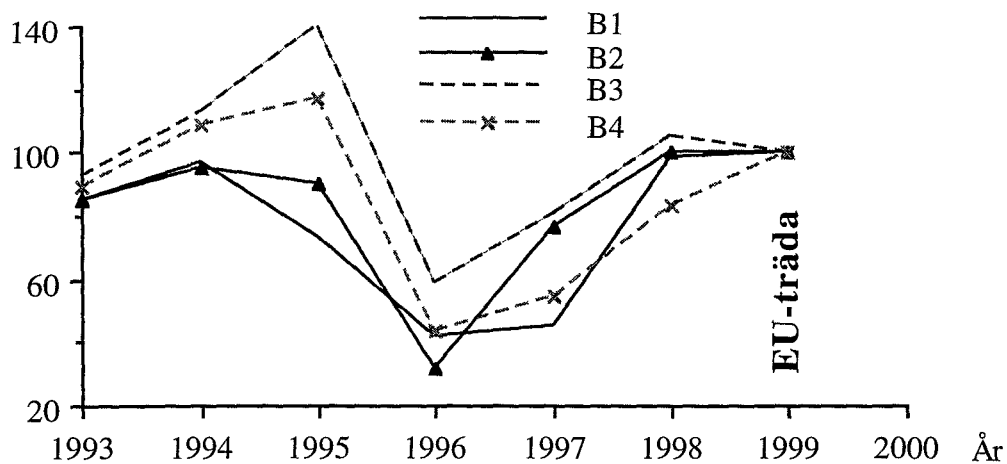
Resultatredovisningen i tabell 7 omfattar enbart huvudleden A, B och C. Sammanfattningsvis kan konstateras att visst går det att år efter år tillämpa direktsådd men det tycks som om man vissa år får räkna med en skördesänkning i synnerhet om ogräset ej kan bemästras.

Av resultaten i figur 2 framgår att direktsådden fungerat bra åren 1993-95 om den genomförts i stubbearbetade rutor. Det tycks även som om det varit en fördel att bärga halmen oavsett om stubbearbetning genomförts eller ej. Åren 1996 och 1997 har däremot direktsådda led ej hävdats mot konventionell teknik, bl.a. beroende på en rikligare ogräsförekomst och en sämre plantetablering i såväl B-som C-led. År 1999 låg försöket i EU-träda. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel 018/67 12 00.

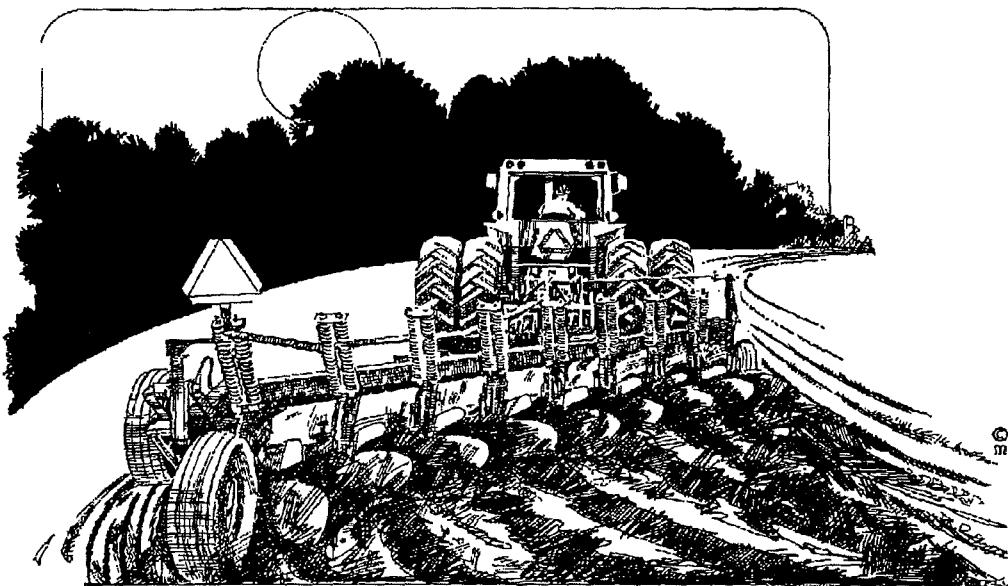
Tabell 7. Skörd, kg/ha och relativtal (konv. sådd=100) i försöksserie R2-4017 1982-1999

Försök nr	Län/plats	Jordart	Gröda	Föfr.	Konv. sådd	Direkt-sådd	Direktsådd, plöjn. vissa år	Sign.
703/82 1999 16 försöksår	La	mfSL	EU-träda		- 100	- 89	- 90	-

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



Figur 2. Relativ skörd med direktsådd i försök 703/82 på Lanna. B1=halm kvar ej stubbearb. B2=halm bärgad ej stubbearb. B3=halm bärgad stubbearb. B4=halm kvar stubbearb.



Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling

1991 startades två försök med olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling på Ultuna, ytterligare ett startades 1996. Bearbetning med kultivator till 20 cm har givit högre skörd än en grundare bearbetning. Under 1999 gav plöjningsfri odling högre skörd än plöjning i samtliga tre försök.

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

A=Plöjning

B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr

C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr

D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr

E=Tallriksredskap 2-3 ggr

I ett av försöken, 517/91, har odlats korn efter korn sedan försökets start 1991. I de två övriga försöken har växtföljden varit mera varierad, 1999 odlades höstvetete i dessa försök.

Resultat

Skörd 1999 och 1991-99 visas i tabell 8 resp 9. Genomgående var relativskördarna höga i plöjningsfria led under 1999, speciellt i de som var grunt bearbetade. Dessa resultat är delvis motsatta de som erhållits tidigare under

Tabell 8. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1999

Försök nr	517/91	524/91	618/95	Medel 1999
Län, plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh SL		
Förfrukt	Korn	Korn	Vårrybs	
Gröda	Korn	Höstvetete	Höstvetete	
A=Plöjning	2080	4090	3960	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	105	111	122	113
C=Kultivator till 15 cm, 2-3ggr	100	109	115	108
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	107	108	109	108
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	135	92	122	116
Signifikans	n.s.	**	**	

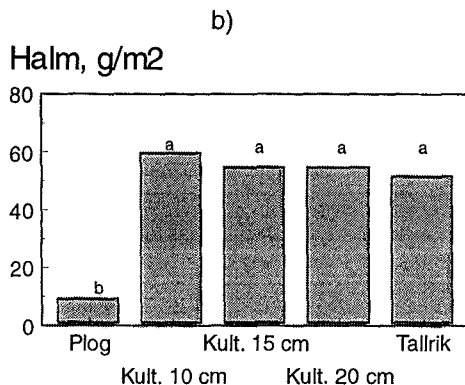
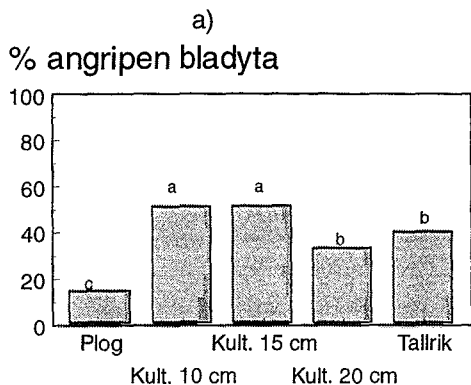
Tabell 9. Skörd, relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1991-99

Försök nr	517/91	524/91	618/95	Medel
Län, plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh SL		
Antal år	8	8	4	20
A=Plöjning	100	100	100	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	90	97	114	98
C=Kultivator till 15 cm, 2-3ggr	91	99	108	98
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	97	99	108	100
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	96	90	110	97

försöksserien. Den troliga förklaringen till detta är den mycket kraftiga torkan under 1999, med praktiskt taget ingen nederbörd mellan sådd och skörd. Också i tidigare försök har resultatet av plöjningsfri odling jämfört med plöjning varit bäst under torrår, troligtvis beroende på lägre avdunstning, och att ledningsförmågan för vatten är högre i packad jord.

Också i försök 517/91, där korn odlas efter korn, var skörden högre i plöjningsfria än i plöjda led, motsatt tidigare år. I detta försök har tidigare konstaterats högre frekvens av

bladfläckssvampar i ej plöjda led (figur 3 a), och 1997 mättes halmmängden i ytan efter sådd (figur 3 b). Halmmängden var lägst i plöjt led, med små skillnader mellan de plöjningsfria leden. Under torråret 1999 var troligen effekter av växtsjukdomar mindre. Genomsnittlig skörd för samtliga försök 1991-99 redovisas i tabell 9. Skörden har varit högst för plöjt led och för djup bearbetning med kultivator, medan grundare bearbetning givit ett par procent lägre skörd. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.



Figur 3. a) Procent bladyta angripen av sköldfläcksjuka på bladnivå 2 i försök 517/91 1996. b) Halmmängd i markytan efter sådd 1997 i försök 517/91.

Grund plöjning kontra kultivatorbruk vid höstsådd

I sju år har normal och grund plöjning jämförts med kultivering i två försök på Ultuna där höstvet eller korn odlats. Skördeskillnaderna mellan bearbetningsleden har varit små. Ej heller sönderdelning av halm och stubb efter skörd med fältröjare har haft någon klar effekt på skörden.

Hösten 1992 startades försöksserie **R2-4108** med två fastliggande försök på Ultuna där olika bearbetningar före höstsådd jämförs. Båda försöken är på lerjord, på Vipången respektive Gälbo. Bearbetningsleden kompletterades hösten 1993 med två led; med och utan en föregående finfördelning av skörde-rester (fältröjare). Syftet med försöksserien är att jämföra effekterna av grund plöjning med kultivering respektive plöjning till normalt djup då grund plöjning kan jämföras med kultivering kostnadsmässigt, både med avseende på energi- och tidsbehov. Följande bearbetningsled jämförs i serien:

- A = Normal plöjning, 20-25 cm
- B = Grund plöjn. utan tiltpackare, 10-13 cm
- C = Grund plöjn. med tiltpackare, 10-13 cm
- D = Kultivator 2-3 ggr, 10-13 cm

Plöjningen utförs med en 16" plog (Överums XL) med vändskivan anpassad till grunda plöjningsdjup. Hastigheten varierar från 4-5

km/tim vid normalt plöjningsdjup, till 8 km/tim vid den grunda plöjningen. Höstvet har odlats i försöket utom 1997 och 1999 då vårkorn odlades. Såbäddsberedning och sådd utförs konventionellt.

Resultat

Skillnaderna i avkastning mellan bearbetningsleden var små i båda försöken 1999 (tabell 10 och 11). Även i medel för alla sju åren är ledskillnaderna små. Kultivator istället för plöjning tenderar dock att ge mindre skördar i försöket på Gälbo. Skördenivån i försöket har varit relativt låg under flera av åren, troligen på grund av växtföljden.

Försöksserien genomförs med stöd av Överums Bruk AB. Kontaktpersoner för försöksserien är Tomas Rydberg, telefon 018/671200 och Maria Stenberg, telefon 018/671213.

Tabell 10. Skörd (kg/ha och relativtal) av höstvet 1993-1996 och 1998, och vårkorn 1997 och 1999 i försök 546/92, Vipången, R2-4108, samt medel 1993-1999

Led	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Medel
Utan fältröjare	-	3860=100	5830=100	3300=100	5720=100	3830=100	3960=100	100
Med fältröjare	-	96	98	106	98	95	104	100
Normal plöjning	5880=100	3950=100	5930=100	3300=100	5810=100	3750=100	4050=100	100
Grund plöjning utan tiltpackare	101	92	97	103	99	102	100	99
Grund plöjning med tiltpackare	97	89	100	100	96	102	100	98
Kultivator	104	101	92	109	96	95	100	100
Sign.	n.s.	Bearb.***	Bearb.***	Bearb.*	Bearb.*	n.s.	n.s.	-

Tabell 11. Skörd (kg/ha och relativtal) av höstvetete 1993-1996 och 1998, och vårkorn 1997 och 1999 i försök 547/92, Gälbo, R2-4108, samt medel 1993-1999

Led	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Medel
Utan fältröjare	-	4670=100	4990=100	3300=100	5370=100	2760=100	3940=100	100
Med fältröjare	-	102	101	112	93	95	95	100
Normal plöjning	6340=100	4860=100	5130=100	3530=100	5370=100	2830=100	3970=100	100
Grund plöjning utan tiltpackare	97	95	96	99	95	100	96	97
Grund plöjning med tiltpackare	98	97	100	98	97	99	97	98
Kultivator	96	96	96	99	95	81	94	94
Sign.	n.s.	n.s.	n.s.	Fältröj***	Bearb. *	n.s.	n.s.	-

Markfysikaliska studier i långliggande försök med reducerad jordbearbetning

Under 1997 och 1998 studerades markfysikaliska egenskaper i sex långliggande försök med reducerad jordbearbetning. Syftet med studien var att kartlägga inverkan av reducerad jordbearbetning eller konventionell plöjning på viktiga markfysikaliska egenskaper, särskilt effekter på vatten- och lufthushållning. Studien visar att reducerad jordbearbetning förbättrade de flesta markfysikaliska egenskaperna.

Avdelningen har bedrivit forskning och försök med olika former av reducerad jordbearbetning i mer än två decennier. De flesta av försöken har upphört, men några bedrivs fortfarande. Markfysikaliska egenskaper undersöktes i sex av dessa försök (tabell 12).

I reducerad jordbearbetning ingår ytlig bearbetning med tallriksredskap, kultivator eller grund plöjning till 12-17 cm. Vid konventionell plöjning varierade plöjningsdjupen mellan 20 och 24 cm, beroende på jordart och gröda. Detaljerad beskrivning av försöken hittas under respektive serie i denna rapport eller tidigare årsrapport (Arvidsson, 1998; Arvidsson, 1999).

I de undersökta markegenskaperna ingår matjordens packningstillstånd, vattenhalt under vegetationsperioden, infiltrationskapacitet, vattenhållande förmåga vid olika vattenavförande tryck, luftgenomsläpplighet, syrehalt i markluften efter kraftigt eller ihållande regn, och marktemperatur. De flesta markegenskaperna

undersöktes i två matjordslager (6-10 respektive 16-20 cm).

Resultat

I denna rapport redovisas endast en del av erhållna resultat. För utförlig redovisning hänvisas till avdelningens rapport nr 97.

Packningstillståndet i matjorden

Figur 4 anger det genomsnittliga packningstillståndet för alla försök. För enskilda försök är skillnaderna i skrymdensitet ej statistiskt signifikanta, men i genomsnitt för alla försök var nedre matjordslagret i led med reducerad bearbetning mer packat än i ledet med konventionell plöjning. Detta är i överensstämmelse med tidigare studier både i Norden och andra tempererade områden med likartad mekanisering som i Sverige. Vid minskat bearbetningsdjup ökar packningsgraden i nedre matjordslagret på grund av utebliven årlig luckring. Skillnaden i skrymdensitet mellan leden påverkades inte av hur länge försöken har pågått.

Tabell 12. Sex långliggande försök som utnyttjades för markfysikaliska studier

Försöksserie	Plats	Startår	Undersökningsår
R2-4007	Uppsala (Ultuna)	1974	1997
R2-4027 (517/91)	Uppsala (Säby)	1991	1997
R2-4108	Uppsala (Ulleråker)	1992	1997/98
R2-4010	Lanna	1974	1998
R2-4009	Umeå (Röbäcksdalen)	1976	1998
R2-4107	Hedemora (Ulfhäll)	1978	1998

Vattenhushållning

Kontinuerlig mätning av matjordens vatteninnehåll gjordes i fyra försök, med ca en veckas mellanrum, beroende på väderleksförhållandena. Figur 5 till 8 åskådliggör matjordens vatteninnehåll under större delen av vegetationsperioden. Variation i vattenhalt under vegetationsperioden i led med reducerad bearbetning var mindre än variationen i det konventionellt plöjda ledet. Det innebär att dräneringen var bättre vid reducerad bearbetning, tack vare en god por-kontinuitet, än vid konventionell plöjning. Samtidigt förbättrade reducerad bearbetning markens vattenhållande förmåga under torra perioder. Detta beror på en jämn porstoleksfördelning i detta led.

I tabell 13 presenteras vatteninfiltrationen i försök R2-4027, 517/91 (Uppsala).

Infiltrationen bestämdes vid fyra tillfällen med sju dagars mellanrum. Upprepade mätningar efter upptorkning och vattenmätning gjordes för uppföljning av förändringar som uppstår på grund av sprickbildning och igenslamning. Vid första mätningstillfället var infiltrationshastigheten lägre och försämrades fortare i det plöjda ledet än i ledet med reducerad bearbetning. En vecka senare var infiltrationen vid början av mätningen högre i det plöjda ledet, men försämrades fortare än i ledet med reducerad bearbetning. Detta var ett tecken på att vid konventionell plöjning ökar jordens benägenhet för sprickbildning vid upptorkning och igenslamning vid uppblötning. Vid sista mätningstidpunkten var infiltrationen vid reducerad bearbetning mycket sämre än vid första mätningen. Detta beror på att upprepad upptorkning

och vattenmätning förstörde markstrukturen.

Lufthushållning

I tabell 14 anges markluftens syrehalt efter kraftigt eller långvarigt regn. Låg syrehalt i markluften förelåg i två försök (i R2-4007, Uppsala och i R2-4009, Umeå). I dessa försök var jorden nästan vatten-mättad vid mättillfällena, och därför var detta resultat ej oväntat. I dessa försök var syrehalten högre vid reducerad bearbetning än vid konventionell plöjning.

Slutsats

Mätresultaten visar att reducerad jordbearbetning förbättrade de flesta markfysikaliska egenskaperna. Vattenhaltsmätningarna visade att vid reducerad bearbetning förbättras markens dräneringsförmåga, men ändå var vattenförsörjningen till växterna under torra förhållanden bättre än vid konventionell plöjning. Detta beror på en bra por-kontinuitet och en jämn porstoleksfördelning vid reducerad jordbearbetning. Projektet finansierades av Svensk Lantbruksforskning (SLF). Kontaktperson är Ararso Etana, tel. 018 671259.

Litteratur

Arvidsson, J. 1998 (redaktör). Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr 93, 74 s.

Arvidsson, J. 1999 (redaktör). Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr 96, 68 s.

Etana, A. 2000. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen (Manus)

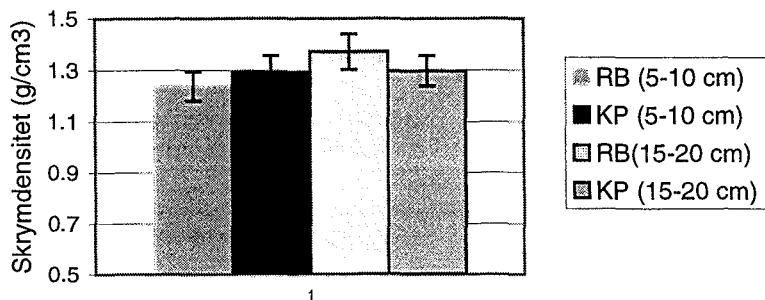
Tabell 13. Infiltrationshastighet (mm min^{-1}) i försök R2-4027 (517/91)

Tid efter start(min)	Konventionell bearbetning	Reducerad bearbetning
10	1,9	2,7
20	1,2	2,0
60	0,7	1,5
En vecka efter första mätningen		
10	3,5	3,1
20	2,6	2,6
Två veckor efter första mätningen		
10	2,7	3,2
20	2,0	2,6
Tre veckor efter första mätningen		
10	1,9	1,9
20	1,2	1,2
60	0,7	0,6

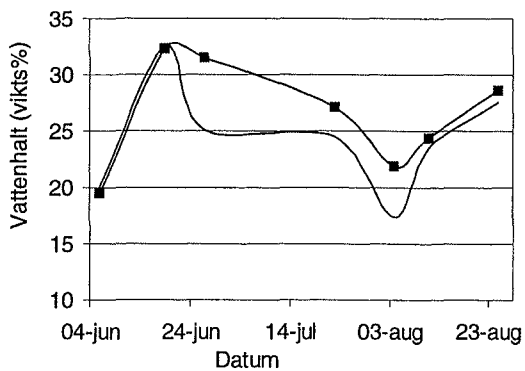
Tabell 14. Markluftens syreinhåll efter kraftigt eller ihållande regn

Plats (försöksserie)	Provtagningsdjup (cm)	syreinhåll (%)	
		Konv.	Reduc.
Uppsala (R2-4007)	15-20	11,2	15,1*
Uppsala (R2-4027)	15-20	17,5	18,0
Uppsala (R2-4108)	17-22	16,0	16,4
Hedemora (R2-4107)	12-17	16,6	16,8
Umeå (R2-4009)	7-12	13,5	16,3*
Genomsnitt för alla försök		15,2	16,8*

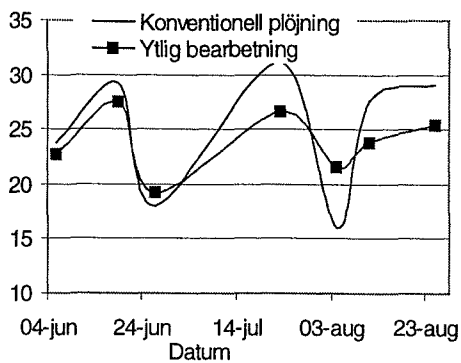
* visar statistisk signifikans ($p < 0,05$)



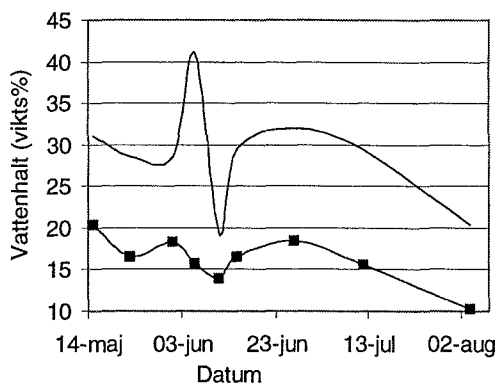
Figur 4. Matjordens packningstillstånd (genomsnittliga värden för 6 försök). RB = reducerad bearbetning; KP = konventionell plöjning.



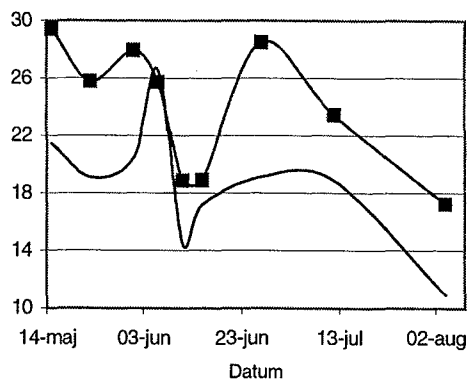
Figur 5. Matjordens vattenhalt (5-10 cm) under vegetationsperioden (R2-4007, Ultuna).



Figur 6. Matjordens (15-20 cm) vattenhalt under vegetationsperioden (R2_4007).



Figur 7. Matjordens vatteninnehåll under vegetationsperioden i försök R2-4027, Ultuna.



Figur 8. Matjordens vatteninnehåll under vegetationsperioden i försök R2_4027, Ultuna.

SÅBÄDDSBEREDNING OCH YTSKIKTETS FUNKTION

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

Fältförsöken är främst inriktade på följande problemställningar:

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

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

Försök med såplog	(1999)
Såbäddens betydelse för sockerbetans uppkomst och tillväxt	(1998)

Försök med såplog

Under 1999 startades en ny försöksserie, för att studera en s.k. såplogs användbarhet på jordar med olika lerhalt. Tidig sådd med såplog gav högre skörd än konventionell sådd på en lättlera, men lägre på två mellanleror på Ultuna. Sådd med såplog vid normal tid för vårbruk gav dålig etablering och låg skörd.



Plogsådd är en relativt ny såmetod som har funnits i Sverige i ungefär fem år. I grunden består redskapet av en fyra- eller femskärig Kvernelands växelplog. På plogramen sitter en belastad tiltpackare, Packomat, med en pneumatisk sånhet från Accord. Behållare för utsäde sätts i traktorns frontlyft och en hydrauldriven fläkt transporterar utsädet genom en slang till sånheten.

Försöksplatsen under 1999 var Säby gård utanför Uppsala. Tre randomiserade blockförsök var utlagda på tre olika jordar med en lerhalt på 16 %, 30 % samt 36 % enligt följande plan:

- A. normal såtid, höstplöjning, tre vårharvningar och separat sådd
- B. normal såtid med såplog
- C. såplog ca. 7-14 dagar före normalt vårbruk
- D. såplog ca. 7-14 dagar före normalt vårbruk och separat vältning
- E. såplog ca. 14-21 dagar före normalt vårbruk
- F. såplog ca. 14-21 dagar före normalt vårbruk och separat vältning

Grödan 1999 var malkorn (Baronesse).

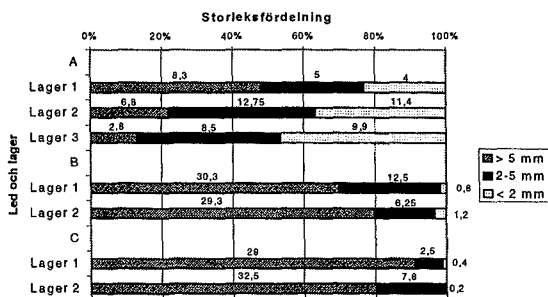
Led	Sådatum
E och F	1999-04-09
C och D	1999-04-21
A och B	1999-05-04

Direkt efter sådd gjordes i led A, B, C och D såbäddsundersökning enligt Kritz 1971. Såbäddens egenskaper studerades och vattenhalter mättes. Efter uppkomst utfördes plant- och ogräsräkningar i samtliga försöksrutor. En sådjupsmätning har också gjorts i hela försöket. För att kunna studera återpackningen i leden bestämdes den torra skrymdensiteten. Under säsongen togs kväveprover i led A och B i försöket med 16 % ler. Provtagningarna gjordes vid tre tillfällen: 990422, 990802 och 991029. För att studera bestockningen gjordes drygt en månad innan skörd en axräkning. Avkastningen mättes i samband med skörden och några kvalitetsparametrar bestämdes för den tröskade varan.

Vädret under växtsäsongen 1999 i området kring Uppsala var mycket påfrestande för grödorna då endast små mängder regn föll under maj-augusti.

Resultat

Resultatet av mätningar och undersökningar har varit ganska varierande. Detta har medfört att signifikanta skillnader mellan leden har varit svåra att påvisa.



Figur 9. Aggregatstorleksfördelning i led A, B och C i försöket med 30 % ler.

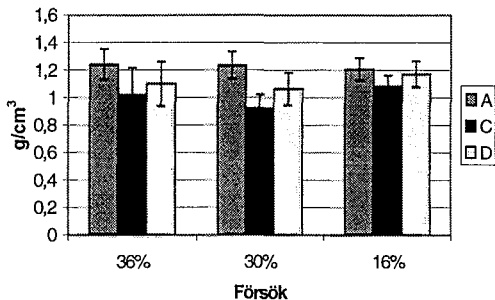
Såbäddsundersökningen visade att andelen finjord (<2 mm) var större i led A än led B och C. Figur 9 visar aggregatstorleksfördelningen från försöket med 30 % ler.

Planträkingen visade att de såplogsled som är vältade efter sådd (D, F) hade ett högre plantantal än de led som inte vältades (C, E).

Led A skiljde sig signifikant från de övriga leden i alla försöken.

Tabell 15. Resultat av planträking (antal/m²) i försök med olika lerhalter. Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant skilda

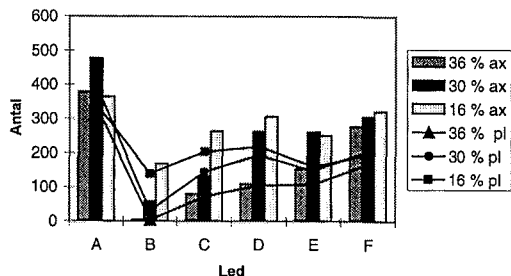
Led	36 %		30 %		16 %	
	Mv.	Gr.	Mv.	Gr.	Mv.	Gr.
A	338	A	395,5	A	341,5	A
B	4	D	31	C	140	B
C	72	C	145,5	B	204,5	B
D	107	CB	195	B	219	B
E	108,5	CB	149,5	B	161,5	B
F	168	B	205	B	193,5	B



Figur 10. Torr skrymdensitet i led A, C och D i samtliga tre försök.

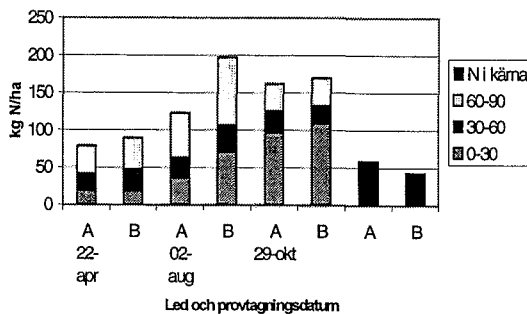
Mätningarna har visat att led A var signifikant mest återpackat i alla försöken. Den återpackning som vältningen har åstadkommit var endast signifikant i försöket med 30 % ler (figur 10).

Axräkningen gav en hel del intressanta resultat. Bestockningen var mycket god i de tidigt plogsådda leden. Det var dock svårt liksom tidigare att påvisa signifikanta skillnader då variationerna var stora. Led A skiljde sig signifikant från de övriga leden med högst axantal per m² (fig. 11).



Figur 11. Ax- och plantantal visar bestockningen. Staplarna i figuren visar resultatet av axräkningen medan linjerna visar resultatet av planträkingen.

Kväveprovtagningen under säsongen gjordes för att kunna visa en eventuell skillnad i mängd kväve i jorden mellan höstplöjt och vårpöjt. Skillnader erhöles men den torra väderleken och dåliga etableringen av grödan i led B gjorde att resultaten är svårtolkade (figur 12).



Figur 12. Kväveinnehåll i marken och i kärnan i led A och B i försöket med 16% ler.

Slutligen studerades avkastningen i försöken. Avkastningen varierade en hel del inom försöket men även mellan försöken.

Tabell 16. Avkastning i försök med såplog på olika lerhalter under 1999 (kg/ha). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant skilda. För ledbeteckningar se försöksplan

Led	36 % ler		30 % ler		16 % ler	
	Mv.	Gr.	Mv.	Gr.	Mv.	Gr.
A	2950	A	3920	A	3060	B C
B	100	C	500	D	2080	C
C	430	C	830	D	2830	B C
D	810	B C	1990	C	3580	A B
E	1560	B	2350	B C	3560	A B
F	2690	A	2950	B	4340	A

Intressanta försöksresultat som erhöles var att led F, sådd med såplog mycket tidigt och med vältning, gav relativt hög avkastning, och på den lättaste jorden högre avkastning än led A (tabell 16). Vältningen hade mycket stor inverkan på skörden, troligtvis genom att förbättra vattentransporten i den annars mycket lösa jorden. Sådd med såplog vid tiden för konventionell sådd gav däremot ett närmast katastrofalt resultat på de två styvaste jordarna, både med avseende på plantetablering och skörd. Såbäddskvalitén och fröplaceringen efter såplogen var inte tillräckligt god för en säker uppkomst under torra förhållanden.

Kontaktperson för försöksserien är Tomas Rydberg, 018/67 12 00.

Såbäddens betydelse för sockerbetans uppkomst och tillväxt

Såbäddens betydelse för sockerbetans uppkomst och tillväxt studerades i en parstudie under våren och sommaren 1999. Gårdar med historiskt sett högre skördar jämfördes med gårdar med, för området, normala skördar. Resultatet visade på en lägre skrymdensitet i bearbetningsbotten på gårdarna med hög plantuppkomst. Marktäckningen var, under hela mätperioden, högre på gårdarna med hög skörd än deras pargårdar. Enda undantaget var det fjärde paret, där gården med medelhög skörd hade en högre marktäckning vid avslutandet av mätningarna.

Undersökningen är ett examensarbete vid avdelningen för jordbearbetning på institutionen för markvetenskap på SLU. Examensarbetet ingår i Dansico Sugar AB:s projekt 4T (Tillväxt Till Tio Ton). Såbäddsegenskaperna och den tidiga tillväxten studerades på 14 sockerbetsodlande gårdar i Skåne. Försöket var utlagt som en parjämförelse, där gårdar med historiskt sett högre skördar jämfördes med gårdar med, för området, normala skördar. De i paren ingående gårdarna var också utvalda så att inga uppenbara skillnader, till exempel i klimat, jordart eller skötsel, som lätt skulle kunna förklara skillnaderna i skörd, förelåg.

Fältens numrering är upplagd så att plusgårdarna har ojämna nummer, och direkt följs av respektive pargård. På varje gård valdes ett fält ut där tre försöksytor om vardera 20 x 20 meter markerades efter sådd. I dessa försöksytor lades också två skörderutor per yta ut, två rader breda och 10 meter långa.

Tre såbäddsundersökningar per försöksyta gjordes så snart som möjligt efter sådden. Där ingick bestämningar av markytans respektive såbäddens ojämnhet, såbäddens djup, aggregatstorleksfördelning och vattenhalt, samt temperatur, vattenhalt och skrymdensitet i såbotten. Efter uppkomst bestämdes frötäckningen, på 20 plantor per försöksyta. Plantan skars av vid markytan och avståndet från snittet ner till fröet mättes.

Uppkomsthastigheten mättes genom planträkning i två skördeytor per försöksyta. Dessa genomfördes varannan till var tredje dag. Efter att marktäckningen började mätas avslutades planträkningen successivt. En sista

räkning utfördes kring månadsskiftet juni-juli, då det slutliga plantantalet bestämdes.

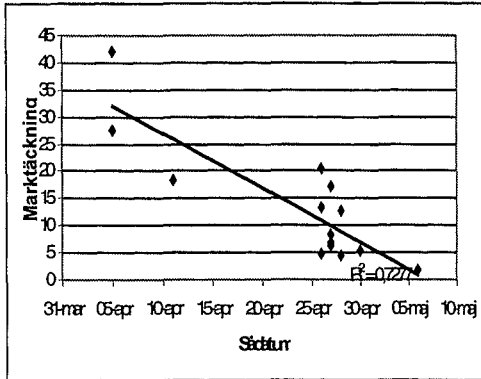
Samma skördeytor, där planträkningarna tidigare utförts, fotograferades sedan med jämna mellanrum för att mäta tillväxt via marktäckningen. Fotograferingen skedde en till två gånger i veckan. Bilderna analyserades sedan så att marktäckningen kunde erhållas.

Resultat

Skrymdensitet i harvbotten, uppkomst och såbäddsegenskaper redovisas i tabell 17-19. Ett samband mellan såbäddsegenskaper och uppkomst fanns hos skrymdensiteten i bearbetningsbotten. Det fält inom paret som hade den lägre skrymdensiteten hade som regel den högsta plantuppkomsten. Endast i ett par av de sju stämde inte detta. Under föregående säsong (1998) fanns det ett liknande samband i sex av de sju paren. Sambanden inom det tredje gårdsparet tål att studeras lite närmare. 1998 hade fält fem den högsta plantuppkomsten och lägre skrymdensiteten. Under 1999 var det fält 6 som åstadkom en högre plantuppkomst samt en lägre skrymdensitet i bearbetningsbotten. Med dessa resultat kan man anta att en lucker bearbetningsbotten verkar ge det groende betfröet bättre betingelser för groningen och etablering. Även ett större sådjupsindex kunde relateras till en lägre skrymdensitet. I sex av de sju paren åstadkom det fält inom paret med en lägre skrymdensitet i bearbetningsbotten, också ett högre sådjupsindex. En lucker bearbetningsbotten skulle med andra ord bidra till att fröet placerades djupare i förhållande till denna.

Sockerbetans tillväxthastighet efter uppkomst var större hos plusgårdarna i sex av

de sju paren. Bestånden i dessa fält täckte en större andel av markytan än i fälten hos medelgårdarna. Detta resultat går hand i hand med den tidiga rotskörden i augusti och september, samt sockerskörden i oktober. Med andra ord finns där ett samband mellan en hög marktäckning i mitten av juni och en hög skörd.



Figur 13. Marktäckningen i procent den 14-15 juni som en funktion av såddatum för fält 1-14.

Till skillnad ifrån 1998, då rotskörden senare under säsongen ej kunde relateras till marktäckningen i juni i samma utsträckning som septemberskörden, fanns där ett samband under säsongen 1999, då de gårdar som hade en högre skörd tidigare under säsongen presterade även mest utvinnbart socker i oktober.

Odlingstekniska åtgärder

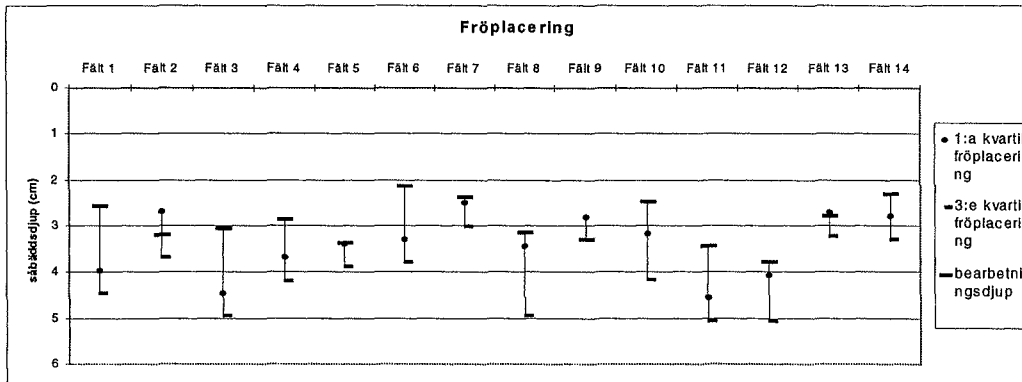
En tidig plantutveckling har i år visat sig ge sockerbetan en högre skördepotential. Därför

bör man företa sådana åtgärder som ger sockerbetan en tidig start.

1. Tidig sådd har i årets försök gett en merskörd, även i de fall där etableringen var svag kompenserade de övriga plantorna mer än väl för plantbortfallet.
2. En så grund såbädd som vattentillgången tillåter ger en hög uppkomsthastighet. Ett välplöjt fält med en moderat vattenhalt, ger lantbrukaren möjlighet att minska bearbetnings- och sådjudet.
3. En finstrukturerad såbädd ger en högre uppkomsthastighet. En större kontakt mellan betfrö och markpartiklarna ger en snabbare vattentransport. En mindre andel stora aggregat sänker det mekaniska motståndet för betgrodden på vägen upp genom såbädden.
4. En god placering av fröet borgar för en säker vattenleverans. Om fröet placeras väl nedskuret i bearbetningsbotten ger detta såmaskinen en större marginal att placera fröet i en miljö med förutsättningar för groningen.
5. En återpackad bearbetningsbotten åstadkoms antingen med en djupmyllning, eller en djup första bearbetning, som åtföljs av grundare bearbetningar.

Slutsatser

Flera av de slutsatser som presenteras i



Figur 14. Fröplacering och bearbetningsdjup i fält 1-14.

följande avsnitt är ej statistiskt säkerställda utan grundar sig på trender som noterats inom de sju gårdsparen. Utifrån dessa premisser har följande slutsatser sammanfattats från resultaten av 1999 års undersökningar.

En snabb och hög uppkomst borgar för ett bestånd med en hög avkastningspotential. En hög uppkomsthastighet reducerar betplantans energiförbrukning och detta gör att betplantan har större reserver kvar åt att producera större hjärtblad. Den initiala bladytan är avgörande för hur stor bladyta plantan kommer att ha efter den exponentiella tillväxtfasen. Den tidiga bladutvecklingen har en stor inverkan på avkastningen.

En av svårigheterna i såbäddsberedningen är att åstadkomma en korrekt avvägning mellan, å ena sidan sådjupet, å andra sidan ett tillräckligt tjockt avdunstningsskydd och innehåll av växttillgängligt vatten. Klart är att man bör eftersträva en så grund såbädd som vattentillgången i denna tillåter, inte minst av anledningen att den optimala betfrömarkvattenkontakten uppnås i grundare såbäddar. Ett jämnt plöjt fält med en efterföljande bearbetning av en tiltpackare eller en höstharvning ökar förutsättningarna för en grund såbädd efterföljande vår, framförallt på de tyngre jordarna.

Undersökningarna har under båda åren 1998 och 1999 visat att en lägre skrymdensitet i bearbetningsbotten ger en högre procentuell plantuppkomst. Några skillnader i antalet överfarter gick inte att finna, däremot tenderade de gårdar inom varje par med den lägre skrymdensiteten att göra en djup första

bearbetning, antingen i samband med en djupmyllning av gödningen eller med såbäddsharv. I de efterföljande överfarterna minskas bearbetningsdjupet. Man kan anta att med detta förfarande, återpackas de jordlager under det slutliga bearbetningsdjupet som bearbetades vid den första djupare bearbetningen, vilket ger en mer lucker bearbetningsbotten.

Antalet överfarter som lantbrukarna valde för att bereda de 14 olika såbäddarna varierade mellan två och fyra. Detta antal kunde dock inte relateras till den procentuella plantuppkomsten, varför vissa av lantbrukarna skulle kunna, med en noggrann höstplöjning och ett tjänligt vårbruk, reducera intensiteten vid såbäddsberedningen utan att försämra uppkomsten.

Sockerskörden kunde korreleras till den tidiga bladutvecklingen. I en jämförelse inom paren presterade det fältet med den högre marktäckningen i mitten av juni, en högre skörd. Likaså kunde en hög och tidig marktäckning relateras till ett tidigt sådatum (figur 13). Med andra ord har undersökningarna denna säsong entydigt visat att en tidig sådd ger en högre skörd. Det slutliga plantantalet har i år inte haft en lika stor skördepåverkan som en tidig sådd, då en tidig sådd ofta gav upphov till en lägre procentuell uppkomst.

Examensarbetet kommer att publiceras som ett avdelningsmeddelande, nr. 31, under våren. Kontaktperson är Tomas Rydberg, 018/67 12 00, eller Magnus Melin, tel. 070/6964490.

Tabell 17. Skrymdensiteten samt volymfördelningen av jord, vatten, och luft i harvbotten för fält 1-14.

Fält	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Skrymdensitet (g/cm ³)	1,46	1,52	1,25	1,30	1,42	1,47	1,34	1,38	1,49	1,43	1,32	1,40	1,50	1,49
Volymförd. i harvb.														
Jord (%)	55,4	58,0	47,4	49,0	54,2	55,7	51,0	52,8	56,6	53,9	50,9	53,0	56,9	56,3
Vatten (%)	27,8	23,0	28,2	29,0	24,8	22,9	23,2	25,2	19,2	23,8	21,4	21,5	23,2	22,3
Luft (%)	16,8	19,0	24,4	22,0	21,0	21,4	25,8	22,0	24,2	22,3	27,7	25,5	19,9	21,4

Tabell 18. Uppkomstdata för fält 1-14.

Fält	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Sådjupsindex (-)	96	58	132	88	111	73	65	87	99	67	66	65	77	78
Uppkomst														
Uppnådd (%)	87	92	79	46	65	63	74	74	74	81	86	79	84	86
50% datum	1-2/5	7-9/5	3-5/5	5/5	5-7/5	3/5	8-9/5	4-5/5	5-6/5	3-4/5	5-6/5	5-6/5	6-8/5	11-13/5
50% dagar	10-11	11-13	10-12	14	13-15	11	12-13	11-12	11-12	11-12	11-12	10-11	11-13	10-12
Hjärtbladsmått (cm ²)	108,6	55,0	165,8	82,2	109,5	118,0	181,0	129,1			33,1	17,2	212,1	125,7

Tabell 19. Vattenhalten och halten växttillgängligt vatten i två lager ur såbädden samt i harvbotten, för fält 1-14.

Fält	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Vattenhalt														
Lager 1 (vikt-%)	4,8	5,7	6,8	5,5	4,1	4,9	7,1	5,9	2,8	5,5	6,1	4,9	9,4	2,4
Lager 2 (vikt-%)	11,8	8,8	11,2	11,7	10,6	7,9	11,3	12,9	5,1	9,1	10,4	9,4	9,5	5,4
Harvbotten (vikt-%)	19,1	15,2	22,6	22,3	17,5	15,6	17,3	18,3	12,9	16,7	16,2	15,4	15,5	15,0
Växttillgängligt vatten														
Lager 1 (vikt-%)	-3,9	-1,9	-7,6	-10,7	-4,1	-4,9	-2,2	-3,7	-3,3	-2,9	-3,7	-3,7	0,7	-6,0
Lager 2 (vikt-%)	3,1	1,3	-3,1	-4,5	2,4	-2,0	1,9	3,3	-1,0	0,8	0,5	0,9	0,8	-3,0
Harvbotten (vikt-%)	10,4	7,6	8,3	6,1	9,3	5,7	7,9	8,6	6,8	8,3	6,3	6,9	6,8	6,5

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)

R2-7116 Packningseffekter av tunga betupptagare (1995)

En modell för beräkning av alvens packningskänslighet (1998)

Tubulering - en kostnadseffektiv markvårdsåtgärd (1998)

Biologisk alvluckring (1998)

Förutom den traditionella verksamheten kring jordpackning ingår också generella markvårdsfrågor, även internationellt, i detta program.

Packning av tunga betupptagare - effekter på markens fysikaliska egenskaper och på skörd

Körning med höga axelbelastningar medför risk för alvpackning, som kan ses som ett hot mot markens långsiktiga produktionsförmåga. Under åren 1995-1997 startades sex fältförsök i Skåne för att studera effekter av körning med tunga betupptagare. De betupptagare som användes i försöken orsakade packning till åtminstone 50 cm djup, vid en vattenhalt i marken som kan förväntas under sena höstar i Skåne. Packningen innebar en försämring i markens funktion i form av sänkt genomsläpplighet och ökat penetrationsmotstånd. Effekten på skörden har hittills varit liten. Projektet kommer att slutrapporteras i rapport 100 från avdelningen för jordbearbetning.

Alvpackning är ett problem inom dagens jordbruk, främst genom att effekterna blir mycket långvariga. Medan skador av packning i matjorden repareras på några år, blir effekterna i alven mycket långvariga, eller t.o.m. permanenta.

Trots detta har vikterna på lantbruksmaskiner fortsatt att öka. Under 1990-talet började sexradiga betupptagare, med axellaster närmare 20 ton, att användas i Sverige. Detta orsakade en oro bland odlare avseende risken för alvpackning, och därför startades 1995 ett projekt för att studera effekten av körning med tunga betupptagare.

Som en del av projektet startades sex fältförsök 1995-1997 för att studera effekter av körning med tunga maskiner på markens fysikaliska egenskaper och på skörd av efterföljande grödor. I denna sammanställning redovisas endast skörd i försöken t.o.m. 1999. Resultat från markfysikaliska mätningar och andra delar av projektet kommer att presenteras mer utförligt i rapport nr 100 från avdelningen för jordbearbetning, där projektet slutredovisas.

De sex fältförsöken benämns i fortsättningen Brahmehem (nära Kävlinge), Tornhill (strax utanför Lund), Sandby (nära Borrby på Österlen), Kronoslätt (mellan Trelleborg och Ystad), Elvireborg (nära Billeberga) och Rinkaby (mellan Åhus och Kristianstad). Brahmehem och Tornhill startades 1995, Sandby och Kronoslätt 1996 samt

Elvireborg och Rinkaby 1997. Alla platser är moränjordar, utom Rinkaby som är en vindtransporterad sandjord.

Jordarten på Brahmehem och Tornhill är något mullhaltig moränlättilera, på Sandby och Kronoslätt mullfattig lerig moränmo, på Elvireborg mullfattig moränlättilera och på Rinkaby måttligt mullhaltig svagt lerig sand.

Försöksplan och försökens utläggning

De sex försöken har lagts ut som randomiserade blockförsök med fyra upprepningar. I försöksplanen ingår följande led:

A= Ingen körning

B= Försöksrutan täcks av spår fyra gånger med normalstor upptagare (totalvikt ca 20 ton)

C= Försöksrutan täcks av spår en gång med 6-radig betupptagare (totalvikt ca 35 ton)

D= Försöksrutan täcks av spår fyra gånger med 6-radig betupptagare

E= Försöksrutan täcks av spår fyra gånger med 6-radig betupptagare under torra förhållanden.

Normalstor upptagare: Edenhall 722 alt. 723 med axeltryck på ca 16 ton, varav 13 ton bärs upp av upptagarens hjul. Dessa upptagare är utrustade med boggie på ena

sidan (16.9-34) och ett enkelt hjul på andra sidan (750/60-30.5). Ringtrycket i betuupptagarens hjul var 200-250 kPa och i traktorhjulen 200-250 kPa.

6-radig upptagare: Totalvikt på ca. 35 ton fördelat på fyra hjul. P.g.a. maskinernas stora vikt var det ej möjligt att väga dem i fält. Den betuupptagare som användes i försöket vid Hemmesdynge vägdes vid ett tillfälle, och vägde då 34,5 ton med last. Upptagarna kördes med 850-1050 mm breda hjul, som kördes med ringtryck mellan 170 och 240 kPa.

Av praktiska skäl har försöken lagts ut i stubbåker. Vid varje körtillfälle bestämdes markens vattenhalt och ringtrycket i de hjul som överfor marken. Körning i led B-D gjordes under "våta" förhållanden i oktober eller november. "Torra" förhållanden i led E erhöles genom att utföra körningen tidigare på hösten. Höstarna 1995, 1996 och 1997 var relativt

torra och ingen av körningarna gjordes under speciellt svåra förhållanden. Spårdjup efter 4 överfarer med de sexradiga upptagarna var i regel 5-10 cm, och något mer för den tre-radiga.

Resultat

Skörd i samtliga försök som skördats t.o.m. 1999 redovisas i tabell 20. Skillnader i skörd mellan leden har i genomsnitt varit liten. Endast i två fall har uppmätts signifikanta skördeskillnader, i båda fallen med lägst skörd i led D. I medeltal för samtliga försök är skörden i led D en procent lägre än i kontrolleret. Undersökningar av markens fysikaliska egenskaper visas dock att körningen i framförallt led D orsakat en sänkning av markens genomsläpplighet och en höjning av penetrationsmotståndet till ca 50 cm djup.

Tabell 20. Relativ skörd (ingen körning=100) efter körning med tunga betuupptagare

Plats	År	Gröda	Rel. Skörd (A ¹ =100)					Sign.
			A	B	C	D	E	
Tornhill	1997	Vårkorn	100	99	101	95	95	*
Tornhill	1998	Höstraps	100	105	105	106	105	n.s.
Brahmehem	1998	Höstvete	100	102	103	103	105	n.s.
Sandby	1998	Ärter	100	101	91	91	98	n.s.
Kronoslätt	1998	Vårkorn	100	102	100	99	101	n.s.
Tornhill	1999	Höstvete	100	101	102	104	103	n.s.
Kronoslätt	1999	Höstvete	100	100	103	101	101	n.s.
Elvireborg	1999	Vårkorn	100		101	94		n.s.
Sandby	1999	Höstvete	100	102	98	97	99	*
Medel (n=9)			100		100	99		n.s.
Medel (n=8)			100	102	100	100	101	n.s.

¹ A= Ingen körning, B= Försöksrutan täcks av spår fyra gånger med normalstor upptagare (totalvikt ca 20 ton), C= Försöksrutan täcks av spår en gång med 6-radig betuupptagare (totalvikt ca 35 ton), D= Försöksrutan täcks av spår fyra gånger med 6-radig betuupptagare, E= Försöksrutan täcks av spår fyra gånger med 6-radig betuupptagare under torra förhållanden.

Mätning av alvpackning med olika axelbelastningar – resultat från 1999

Hösten 1998 startades ett projekt för att studera verkan av körning med olika axelbelastningar vid olika markfuktigheter. Dessa kopplas sedan till mätningar av markens hållfasthet vid olika vattenhalter, och beräkningar av hur denna varierar under året, till en "riskkalkyl" för alvpackning, för att kunna ge rekommendationer om maximalt tillåtna axelbelastning och ringtryck för olika jordarter och tidpunkter på året.

Under 1999 gjordes mätningar vid körning med olika axelbelastningar och olika vattenhalter på en styv lera på Ultuna. Packningen berodde främst på axelbelastningen, medan vattenhalten hade mindre betydelse.

Under 1999 gjordes mätning av alvpackning vid körning med olika axelbelastningar och olika vattenhalter på en styv lera på Ultuna utanför Uppsala. Körningen gjordes med traktor och en speciellt utformad vagn, som kan belastas med vikter så att axelbelastningen kan varieras från 2 till 14 ton. Vagnen kan hydrauliskt skjutas i sidled så att ena hjulet går utanför traktorns bakhjul, så att detta ej ska störa mätningarna. Vagnen är utrustad med Trelleborg TWIN 700-26.5, som kördes med ett ringtryck av 140 kPa upp till 5 tons hjullast (10 tons axelbelastning) och 240 kPa vid 7 tons hjullast.

Mätning gjordes med utrustning som kan mäta marktryck och vertikal markrörelse på olika djup i marken (i detta försök på 30, 50 och 70 cm) vid överfart med ett hjul. Metoden finns beskriven bl.a. i SLU Fakta Jordbruk nr 8, 1999. Vid varje körtillfälle togs prover för att bestämma markens hållfasthet, mätt som förkonsolideringstryck, på 30, 50 och 70 cm djup. Dessutom togs vattenhaltsprover ner till 1 m djup med tvåveckorsintervall under vegetationsperioden. Mätning utfördes i växande gröda (vårkorn) vid sammanlagt 7 tillfällen, från 11 maj till 1 december, för att fånga in effekter av förändringar i markvattenhalt. Axelbelastningen varierades från 4 till 14 ton.

Däckets understödsyta mättes vid belastningar från 2 till 7 tons hjullast. Detta

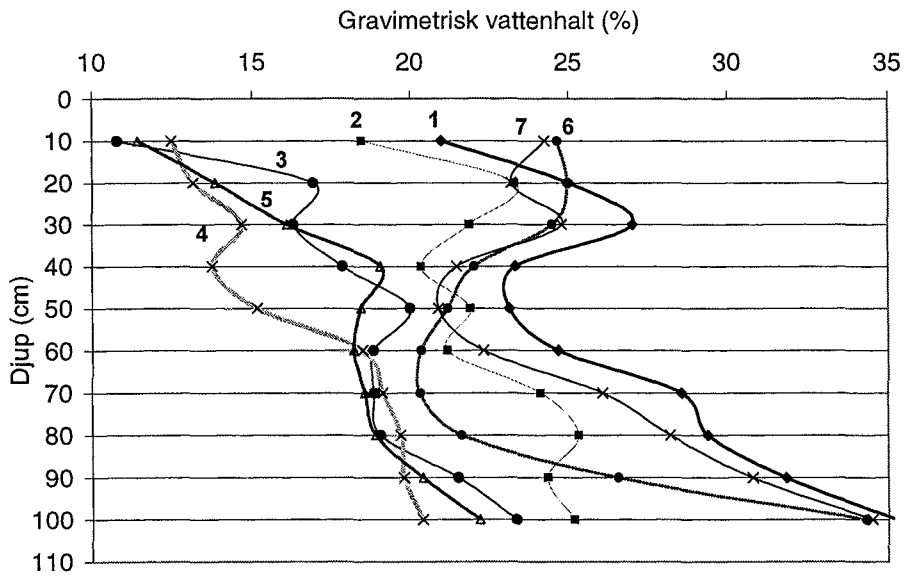
gjordes på hårt underlag (betong) genom att färga däcksavtrycket på ett stycke tyg. Därefter mättes kontaktytan.

Resultat och diskussion

Våren och sommaren 1999 var mycket torr i Uppsala, med praktiskt taget ingen nederbörd från början av maj till slutet av augusti. Detta gjorde att vattenhalten i marken under sommaren var mycket låg, och att marken då var mycket hård. Gravimetrisk vattenhalt till 1 meters djup vid de olika körtillfällena redovisas i figur 15. Under hösten ökade vattenhalten igen, men 1 december var den fortfarande lägre än vid första körtillfället 11 maj.

Ett exempel på mätning av markrörelser ges i figur 16, som visar vertikal markrörelse vid körning 15 juli med 14 tons axellast och 240 kPa ringtryck. Av figuren framgår att marken genomgår en stor elastisk deformation, och att en viss del av deformationen blir kvarstående. Speciellt på 30 och 50 cm djup ökar deformationen med varje överfart (totalt 7).

Vertikal markrörelse vid samtliga körtillfällen visas i tabell 21. Deformationen ökade med ökande axelbelastning. Med 4 tons axellast erhöles små deformationer på 30 cm djup, och praktiskt taget inga alls djupare ned. Med 14 tons axellast erhöles deformation på 30, 50 såväl som 70 cm djup. Vattenhalten hade betydligt mindre betydelse än axelbelastningen under mätningarna 1999, trots att markens



Figur 15. Markvattenhalt vid samtliga sju körtillfällen under 1999. 1=11 Maj, 2=8 Juni, 3=15 Juli, 4=14 Augusti, 5=10 September, 6=27 Oktober, 7=1 December.

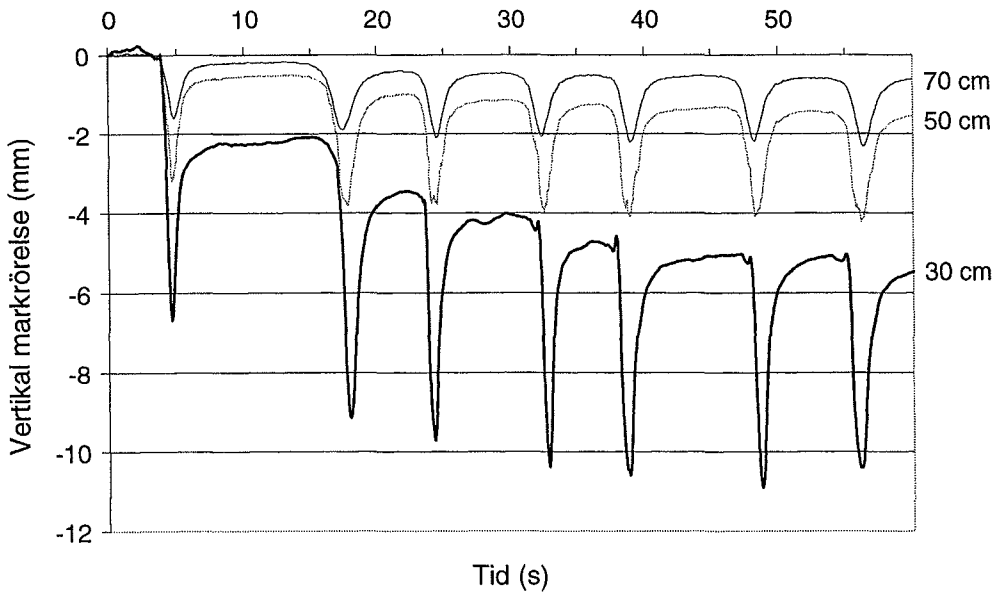


Fig 16. Vertikal markrörelse vid körning med 14 tons axellast och 240 kPa ringtryck den 15 juli. Vagnen kördes fram och tillbaka, varje "grop" motsvarar överfart med ett hjul.

hållfasthet (mätt som förkonsolideringstryck) var mycket hög under sommaren erhöles deformation ner till 70 cm med den högsta belastningen. Detta är motsatt erfarenheterna från tidigare mätningar gjorda i Skåne, där markens vattenhalt varit mer avgörande än axelbelastningen. Förklaringen ligger antagligen i den styva lerans starka strukturbildning. Den deformation som uppstår under torra förhållanden beror troligtvis på att hela aggregat trycks närmare varandra genom att sprickor trycks samman, medan själva aggregaten förblir intakta Resultat från mätning av däckets understödsyta redovisas i tabell 22. Med ökande belastning blev understödsytan större vid bibehållet ringtryck. Det beräknade genomsnittliga marktrycket låg mycket

nära ringtrycket i samtliga fall.

Resultat från tryckmätningar på 30, 50 och 70 cm djup redovisas i figur 17. De uppmätta trycken visar en större variation än de uppmätta deformationerna, men generellt stiger det uppmätta trycket med axelbelastningen. I många fall uppmättes ett tryck i marken som var långt högre än det beräknade marktrycket. Också detta är motsatt tidigare utförda mätningar, då det uppmätta marktrycket legat relativt nära ringtrycket. En möjlig förklaring är att också tryckutbredningen är annorlunda i en starkt uttorkad, aggregerad lerjord, jämfört med mer homogena jordar. Vi planerar att ägna bl.a. denna fråga ökad uppmärksamhet under mätningarna år 2000. Kontaktperson är Andreas Trautner, 018/67 12 03, och Johan Arvidsson, 67 11 72.

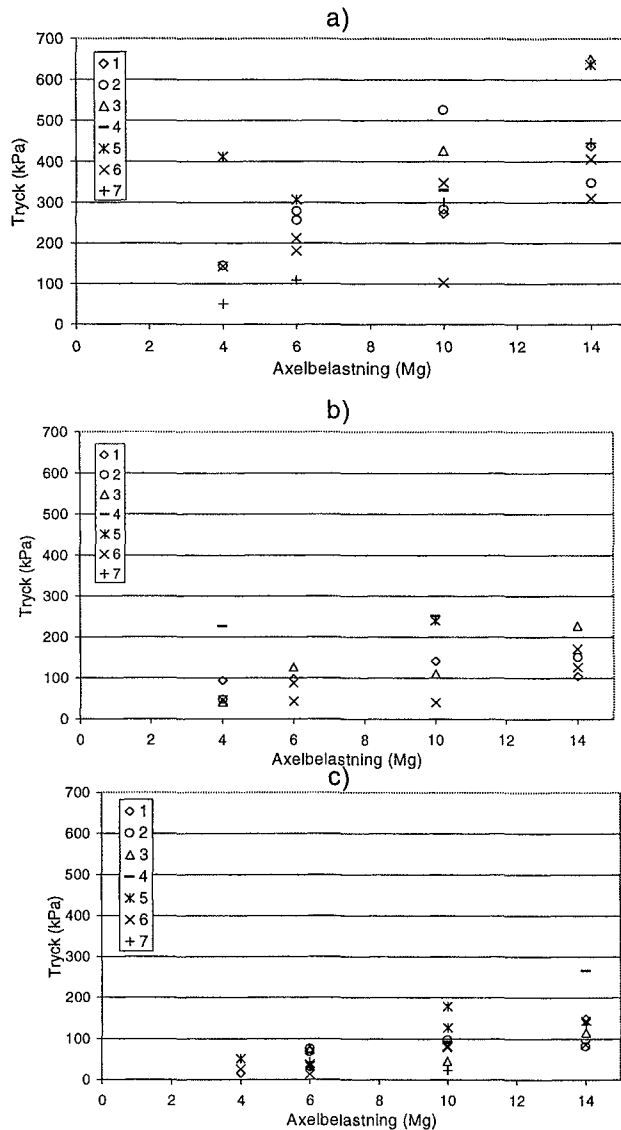
Tabell 21. Vertikal markrörelse och förkonsolideringstryck vid körning med olika axelbelastningar på styv lera på Ultuna 1999

Datum	Djup (m)	Förkonsol. (kPa)	Vertikal markrörelse (mm)			
			4 Mg	6 Mg	10 Mg	14 Mg
11 Maj	0.3	105	-0.9	-1.5	-1.2	-7.0
	0.5	97	0.0	-0.1	-0.5	-0.4
	0.7	97	0.0	0.0	-0.2	0.0
8 Juni	0.3	183	-0.4	-0.7 (a)	-1.5 (a)	-2.7
	0.5	136	0.0	-0.2 (a)	-0.1 (a)	-0.6
	0.7	178	0.0	-0.1 (a)	-0.0 (a)	-0.2
15 Juli	0.3	331	-0.2	-	-	-2.1
	0.5	263	-0.1	-0.2	-0.5	-0.6
	0.7	232	0.0	-0.1	-0.3	-0.3
14 Augusti	0.3	610	-0.2	-0.2	-0.5	-3.2
	0.5	653	-0.1	-0.2	-0.5	-1.0
	0.7	582	-0.1	0.0	-0.2	-0.7
10 September	0.3	1245	-	-0.3	-1.1	-2.0
	0.5	550	-0.1	-	-0.5	-1.9
	0.7	944	0.0	-	-0.2	-0.7
27 Oktober	0.3	200	-0.4	-1.2	-1.8	-3.2
	0.5	355	-0.1	-0.1	-0.5	-0.8
	0.7	299	0.0	0.0	-0.2	-0.5
1 December	0.3	126	-0.1	-1.1 (a)	-2.8 (a)	-3.4 (a)
	0.5	89	-0.1	-0.9 (a)	-0.6 (a)	-0.8 (a)
	0.7	316	0.0	-0.1 (a)	-0.0 (a)	-0.4 (a)

a) Genomsnitt av två mätningar

Tabell 22. Uppmätt anliggningsyta vid olika belastningar med den vagn som användes i försöken, samt det beräknade genomsnittliga trycket i anliggningsytan

Axelbelastning (ton)	Ringtryck (kPa)	Anliggningsyta (m ²)	Genomsnittligt marktryck (kPa)
4	140	0,156	128
6	140	0,197	152
8	140	0,293	137
10	140	0,343	146
14	240	0,285	246



Figur 17. Uppmätt högsta tryck i marken vid olika belastningar, samtliga körtillfällen på a) 30 cm, b) 50 cm och c) 70 cm djup. 1=11 Maj, 2=8 Juni, 3=15 Juli, 4=14 Augusti, 5=10 September, 6=27 Oktober, 7=1 December.

Mätning av marktryck under bandtraktor med gummiband

I början av mars 2000 gjordes mätningar av marktryck under en bandtraktor med en totalvikt på ungefär 26,5 ton. Mätningarna visade att vikten fördelades mycket ojämnt under gummibanden. Under dom första fyra bärrullarna var marktrycket mycket lågt (<50 kPa) men ökade sedan successivt under dom fyra sista bärrullarna så att marktrycket under det sista paret var långt över det nominella (över 200 kPa).

På uppdrag av Partena Nordkalk AB gjordes på Per Hanssons gård i Varmlösa i södra Skåne mätningar av marktryck under en bandtraktor. Försöket blev igångsatt för att undersöka om man kan använda ett fordon på gummiband till kalkspridning under blöta förhållanden utan att riskera stora skador på marken.

Bandtraktorn var modifierad för spridning av kalk, och kunde lasta 9 ton kalk på flaket. Med full last var totalvikten ungefär

Nominellt var kontaktytan 3 meter lång, kontaktarean 2,2 m² per band och marktrycket 58 kPa.

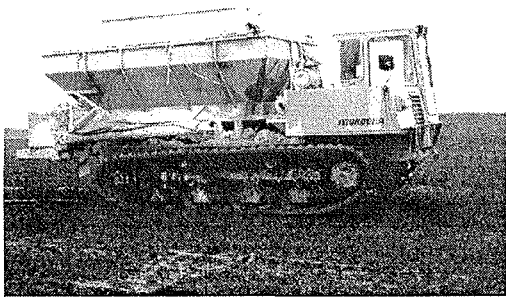
Mätning av marktryck

Lastceller grävdes ner 10 cm under markytan och överkördes med fullastad bandtraktor så att lastcellerna mätte det vertikala marktrycket 0, 10 och 19 cm från mittlinjen av banden. Som det syns av figur 18 var trycket mycket ojämnt fördelat under banden, både på längden och på tvären. Under körning förändras marktrycket mitt under gummibanden periodiskt svarande till placeringen av bärrullarna. Marktrycket ökade successivt under dom fyra sista bärrullarna, och under den sista uppmättes trycket till 230 kPa.

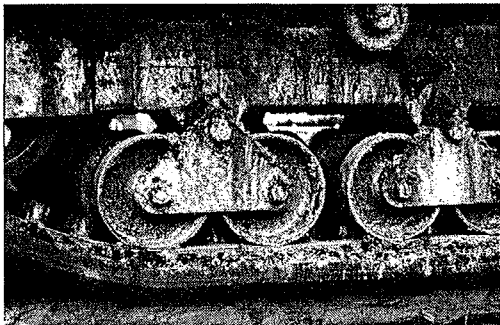
Diskussion

Kombinationen av bandfordonets höga vikt och det höga marktrycket under banden ger stor risk för att alvens hållfasthet överstiges, och att marken packas. Speciellt under blöta förhållanden är risken mycket stor. Att det uppmätta trycket långt överstiger det nominella marktrycket på 58 kPa beror på den ojämna tryckfördelningen under banden. Det finns relativt lite publicerade undersökningar om tryck och packning under bandfordon. Generellt är dock erfarenheten att trycket under ett bandfordon blir störst under bärrullarna.

Placeringen av flaket bakom fordonets tyngdpunkt gör fordonet mycket baktungt, och man kan med rätta argumentera, att denna placering är högst olämplig. Att placera flaket över fordonets tyngdpunkt skulle kunna reducera marktrycket något. Denna undersökning visar att



Varje gummiband var 75 cm brett och hade fyra par bärrullar.



Under körning under blöta förhållanden i fält var det uppenbart att vikten var högst på bakre delen av fordonet.

kalkspridning med detta specifika bandfordon, speciellt under blöta förhållanden, bör undvikas.

Det kan inte uteslutas att bandfordon med en mer lämplig konstruktion kan vara ett användbart alternativ till hjulfordon. Det krävs dock, att fördelningen av vikten blir bättre, och att tryckfördelningen under banden blir mer jämn.

Denna undersökning reser en mycket intressant fråga: Kommer tryckfördelningen under ett bandfordon, som drar t.ex. en harv eller plog genom jorden att bli så ojämn, att trycket under dom sista bärrullarna långt överstiger det nominella marktrycket?

Intresset för bandfordon är stort, och Avdelningen för jordbearbetning får ofta frågor ifrån jordbrukare, inte bara från Sverige, men också ifrån andra länder som t.ex. Danmark. Därför planerar vi för närvarande att igångsätta en större undersökning av tryck och packning under bandfordon under realistiska arbetssituationer i marken.

Stort tack till Per Hansson från Hanssons Maskinstation i Värmlösa för hans intresse och hjälp att genomföra försöken under vanskliga förhållanden.

Kontaktpersoner för projektet är Johan Arvidsson, 018/67 11 72 och Andreas Trautner, 018/ 67 12 03.

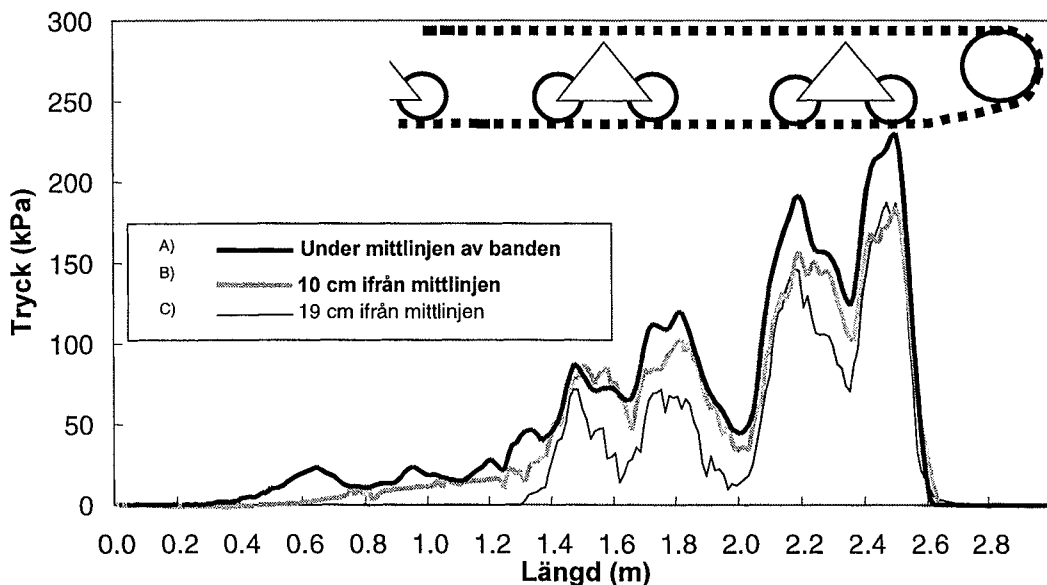


Fig. 18. Resultat av marktrycksmätningar under ena bandet på ett tungt transportfordon (totalvikt 26,5 ton) med gummiband. Lastcellerna är placerade på 10 cm djup och A) I mittlinjen; B) 10 cm från mittlinjen; C) 19 cm från mittlinjen. Skissen överst visar de fem sista bärrullarna.

Låga marktryck i odling med och utan plöjning

I tre nystartade fastliggande försök studeras samspelseffekter mellan primärbearbetningsmetod (plöjning eller plöjningsfri odling) och däcksutrustning. Skörden var betydligt högre i ej plöjda led under 1999.

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 primärbearbetningsmetod 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 (540/65-38 bak) i enkelmontage, i lågtrycksleden samma däck i dubbelmontage. Tre försök på Ultuna, varav två på mellanlera och ett på lättare jord, ingår i serien. Försöken är fastliggande och startades våren 1997. År 1998 var första skördeåret enligt försöksplanen.

Under 1999 genomfördes mätningar av markens skrymdensitet och genomsläpplighet i försök 642/97 efter sådd. Fyra cylindrar (höjd 100 mm, diameter 72 mm) togs på nivåerna 10-20 cm och 25-35 cm i varje ruta. Dessutom mättes trycket i marken på 10 och 25 cm djup, dels under ett enkelt hjul, dels under det inre och yttre hjulet i dubbelmontaget

Tabell 23. Skörd (kg/ha och relativt) i försöksserie R2-7115 1999

Försök nr	641/97	642/97	643/97	Medel
Plats		Ultuna	Ultuna	Ultuna 1999
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Förfrukt	Korn	Korn	Korn	
Gröda	Korn	Vårvete	Vårvete	
Plöjning, normala marktryck	4000=100	2770	2430	3070
Plöjning, låga marktryck	108	102	103	104
Ej plöjning, normala marktryck	99	140	142	127
Ej plöjning, låga marktryck	101	131	112	115
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	97	134	125	119
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	95	97	89	97
Sign. plöjning	n.s.	*	**	
Sign. marktryck	n.s.	n.s.	*	
Sign. samspel	n.s.	n.s.	**	

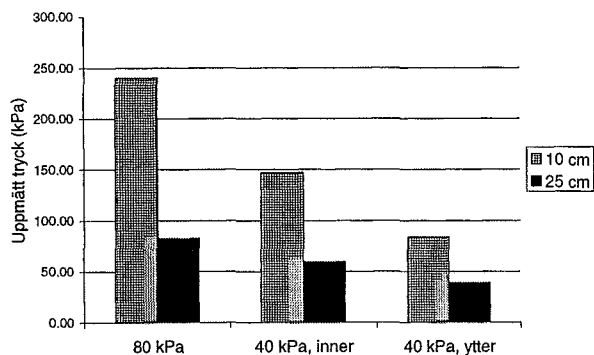
Tabell 24. Skörd (kg/ha och relativt) i försöksserie R2-7115 1998-99

Försök nr	641	642	643	Alla
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Försöksår	2	2	2	6
Plöjning, normala marktryck	3525	3070	2855	3150
Plöjning, låga marktryck	103	95	97	98
Ej plöjning, normala marktryck	100	106	112	106
Ej plöjning, låga marktryck	103	105	97	102
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	100	107	105	104
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	103	97	92	97

Resultat

I två av försöken var skörden betydligt högre i ej plöjda led, 20-40 % högre än där marken plöjts (tabell 23). Detta stämmer med andra försök på Ultuna under 1999, där plöjningsfri odling givit högst skörd. En trolig förklaring är bättre vattenförsörjning där marken inte plöjts under den mycket torra sommaren 1999. Låga ringtryck gav i genomsnitt högre skörd än normala marktryck i plöjda led, och lägre i ej plöjda led. Detta är motsatt resultatet under 1998.

I figur 19 visas trycket på 10 och 25 cm djup i marken för enkla hjul och dubbelmontage. Trycket var högst under det enkla hjulet, betydligt lägre under dubbelmontagens inre hjul och lägst under dubbelmontagens yttre hjul. På 10 cm djup var det uppmätta trycket betydligt högre än ringtrycket, troligtvis beroende på att

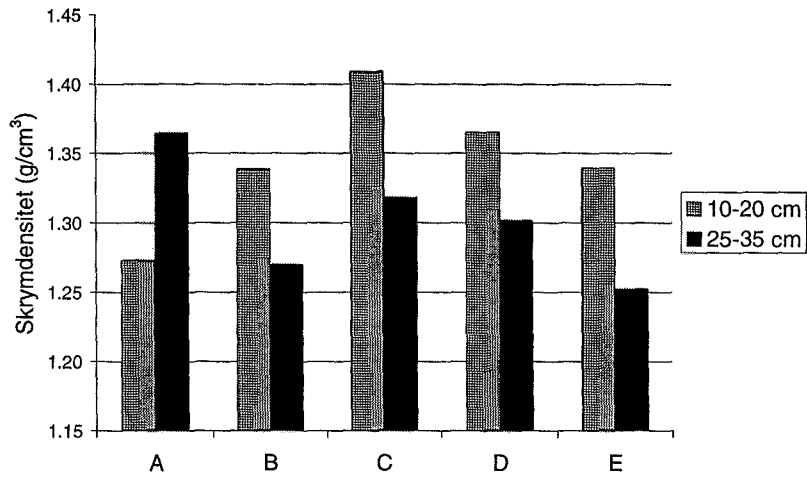


tryckfördelningen under hjulet är ojämn, och att tryckgivaren i detta fall hamnade mycket nära däckets ribbor. På 25 cm djup var överensstämmelsen mellan ringtrycket och det uppmätta trycket mycket god.

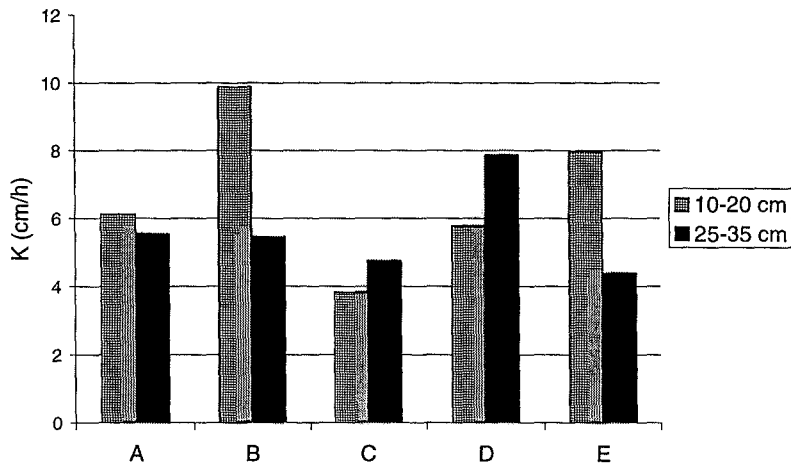
I figur 20 och 21 visas skrymdensitet och genomsläpplighet för vatten på 10-20 och 25-35 cm djup för samtliga led. Skillnaderna mellan leden var i regel ej statistiskt signifikanta. Vissa tendenser går dock att utläsa, genomsläppligheten på djupet 10-20 cm förefaller t.ex. vara högre i leden med låga marktryck. I plöjda led uppmättes en högre skrymdensitet för låga marktryck på 10-20 cm djup, medan skrymdensiteten var lägre för låga marktryck i ej plöjda led.

Om man jämför skördeutfallet med skrymdensiteten visar det sig att skörden under 1999 var högst i de led som hade högst skrymdensitet. Det är känt från tidigare försök att återpackningsbehovet är störst under torra år, och det är möjligt att hög packning var gynnsammast för grödan under 1999. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.

Figur 19. Uppmätt tryck på 10 och 25 cm djup i marken, för enkelt hjul med ringtryck på 80 kPa, och för inre och yttre hjul i dubbelmontage med 40 kPa ringtryck.



Figur 20. Skrymdensitet mätt på våren efter sådd i försök 642/97. A=plöjning, normala marktryck, B=plöjning, låga marktryck, C=ej plöjning, normala marktryck, D=ej plöjning, låga marktryck, E=permanent vall.



Figur 21. Mättad genomsläpplighet mätt på våren efter sådd i försök 642/97. A=plöjning, normala marktryck, B=plöjning, låga marktryck, C=ej plöjning, normala marktryck, D=ej plöjning, låga marktryck, E=permanent vall.

Mullhalt och fysikaliska egenskaper i bördighetsförsöken

I de s.k. bördighetsförsöken studeras långsiktiga effekter av olika växtföljder, tillförsel av organiskt material och gödslingsnivåer. Under 1998 gjordes mätningar av respiration, kol- och kvävehalt, aggregathållfasthet och upplösbart ler på jord från sex försöksplatser. Sammanfattningsvis har växtföljd med vall medfört en viss ökning av markens mullhalt och minskat aggregathållfastheten jämfört med växtföljd utan vall, medan gödslingsnivåerna har haft mycket liten effekt. En förklaring till att skillnaderna genomgående är ganska små, är att växtrester förts bort i växtföljden med vall, medan de lämnats kvar i växtföljden utan vall.

Modernt jordbruk med hög andel öppen odling kan orsaka sänkt mullhalt i marken, något som ses som ett globalt markvårdsproblem. Det organiska materialet i marken är av mycket stor vikt för bl.a. markens fysikaliska egenskaper; en hög halt organisk material ger en stabil markstruktur som är motståndskraftig mot packning och mot slamning av markens ytlager. Nedbrytning av markens organiska material medför därför en risk för försämrad markstruktur.

I Sverige bedrivs de s.k. bördighetsförsöken som startades i slutet på 50-talet och början på 60-talet på olika platser runt om i Sverige. Syftet med det projekt som redovisas här var att studera hur brukningsåtgärderna i dessa försök inverkat på markens mullhalt och på fysikaliska egenskaper hos markens aggregat. Dessutom bestämdes respiration från marken för att mäta aktiviteten hos det organiska materialet.

Försöksplan och försöksplatser

Markfysikaliska mätningar utfördes på aggregat som hämtats från de s.k. bördighetsförsöken, som har en trefaktoriell försöksplan med två block:

I=kreaturshållande växtföljd med vall och tillförsel av stallgödsel
II=kreaturslös växtföljd

A=0 kg N

B=41 kg N per år

C=82 kg N per år

D=125 kg N per år

0=ingen PK-gödsling

1=ersättning av bortfört PK

2=ersättning + 20 kg P och 50 kg K per år

3=ersättning + 30 kg P och 80 kg K per år

De försök som användes var Fjärdingslöv, Örja och Orup i Skåne, Vreta kloster i Östergötland, Bjertorp i Västergötland samt Kungsängen (KU) i Uppland. Lerhalt i matjorden i dessa sex försök var 17, 15, 13, 43, 29 resp. 56 %. Aggregat provtogs under sommaren 1998 i följande led: I och II, A och D samt 0 och 3, d.v.s. sammanlagt 8 kombinationer, med två upprepningar per led.

Markfysikaliska och markkemiska mätningar

Den jord som provtogs tilläts lufttorka under ca 2 månader. Därefter krossades jorden med en slägga tills de största aggregaten var ca 30 mm i diameter. Jorden sållades, och aggregat med diameter 8-16 mm användes i de fortsatta mätningarna, som var:

(1) Bestämning av stabilitet hos våta aggregat. Detta görs genom mätning av mängd upplöst ler efter skakning av aggregat i vatten. Mätning gjordes på två prov per försöksruta, vardera prov innehållande 8 aggregat. Mängden upplöst ler antas vara proportionell mot vätskans grumlighet 24 timmar efter skakning, då partiklar som är större än ler har sedimenterat.

(2) Bestämning av hållfasthet hos torra aggregat, mätning på 30 aggregat per

försöksruta. En hög hållfasthet är negativt med avseende på jordens bearbetbarhet och möjligheterna till rotutveckling.

(3) Bestämning av mängden C och N i de enskilda leden genom förbränning respektive upplösning enligt Kjeldahl.

(4) Bestämning av respiration gjordes genom att mäta mängden koldioxid som frigjordes från jorden. Aggregat fuktades först på en avsugningsbädd till en tension på 8 kPa. De placerades sedan i en Respicond III respirometer system. Mängden koldioxid bestäms sedan genom att mäta den elektriska konduktiviteten i KOH där koldioxiden löses.

Mätning av respiration gjordes för 4 av leden: IA0, ID3, IIA0, IID3, med två prov per försöksruta, och 10 aggregat per prov. Koldioxidutvecklingen mättes under 7 dagar, och ett medelvärde på respirationen beräknades för hela perioden.

Statistisk bearbetning

Eftersom försöken endast innehåller två block blir den statistiska analysen för enskilda platser osäker. En säkrare statistisk analys erhålls för medeltalet för samtliga platser, med försöksplatser som upprepningar.

Resultat

Halten organiskt material i de olika leden för samtliga platser redovisas i tabell 25. I medeltal var halten 1,69 % i kreatursväxtföljden, jämfört med 1,55 för den kreaturslösa växtföljden, en skillnad som var statistiskt signifikant ($P < 0,001$). Det fanns också en tendens till ökad kolhalt vid ökad PK-gödning, medan däremot kvävegödslingen knappast hade någon inverkan.

Kvävehalten på samtliga försöksplatser redovisas i tabell 26, och kol-kväveknoten i tabell 27. För kvävehalten är skillnaden

Tabell 25. Halt organiskt kol (%) på de olika försöksplatserna

Led	Fjärdingslöv	Vreta kloster	Örja	Bjertorp	Kungsängen	Orup	Medel
IA0 ¹	1,23	1,85	1,93	1,93	0,96	2,03	1,65
IA3	1,25	1,97	2,07	1,79	0,93	1,85	1,64
ID0	1,25	1,93	2,19	2,01	0,96	1,85	1,70
ID3	1,37	1,93	2,40	1,95	0,96	1,89	1,75
IIA0	1,02	1,62	2,14	1,78	0,97	1,67	1,53
IIA3	1,02	1,71	1,77	1,88	1,05	1,73	1,53
IID0	1,15	1,60	1,98	2,00	0,96	1,71	1,57
IID3	1,18	1,65	2,06	1,98	0,95	1,66	1,58
I	1,27	1,92	2,15	1,92	0,95	1,90	1,69
II	1,09	1,65	1,99	1,91	0,98	1,69	1,55
A	1,13	1,79	1,98	1,84	0,98	1,82	1,59
D	1,24	1,78	2,16	1,99	0,96	1,78	1,65
0	1,16	1,75	2,06	1,93	0,96	1,82	1,61
3	1,21	1,82	2,07	1,90	0,97	1,78	1,62
Sign. växtföljd	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	***
Sign. P och K	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sign. kväve	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

¹I=kreaturshållande växtföljd med vall och tillförsel av stallgödsel, II=kreaturslös växtföljd, A=O kg N, D=125 kg N, 0=ingen PK-gödning, 3=ersättning + 30 kg P och 80 kg K per år

Tabell 26. Kvävehalt (%) på de olika försöksplatserna

Led	Fjärdingslöv	Vreta kloster	Örja	Bjertorp	Kungsängen	Orup	Medel
IA0 ¹	0,109	0,127	0,139	0,166	0,118	0,165	0,137
IA3	0,108	0,127	0,156	0,162	0,143	0,149	0,141
ID0	0,128	0,123	0,157	0,193	0,140	0,152	0,149
ID3	0,117	0,140	0,153	0,187	0,126	0,151	0,146
IIA0	0,095	0,122	0,211	0,191	0,116	0,139	0,146
IIA3	0,092	0,122	0,221	0,183	0,108	0,145	0,145
IID0	0,100	0,112	0,206	0,189	0,106	0,142	0,143
IID3	0,100	0,120	0,199	0,182	0,123	0,144	0,144
I	0,115	0,129	0,151	0,177	0,132	0,154	0,143
II	0,097	0,119	0,209	0,186	0,113	0,142	0,144
A	0,101	0,124	0,182	0,175	0,121	0,149	0,142
D	0,111	0,124	0,179	0,188	0,123	0,147	0,145
0	0,108	0,121	0,178	0,185	0,120	0,150	0,143
3	0,104	0,127	0,182	0,178	0,125	0,147	0,144
Sign. växtföljd	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	n.s.
Sign. P och K	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sign. kväve	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.

¹I=kreaturshållande växtföljd med vall och tillförsel av stallgödsel, II=kreaturslös växtföljd, A=0 kg N, D=125 kg N, 0=ingen PK-gödsling, 3=ersättning + 30 kg P och 80 kg K per år

Tabell 27. Kol-kvävekvot för de olika försöksplatserna

Led	Fjärdingslöv	Vreta kloster	Örja	Bjertorp	Kungsängen	Orup	Medel
IA0 ¹	11,33	14,60	13,85	11,66	8,19	12,27	11,98
IA3	11,60	15,52	13,33	10,94	6,45	12,42	11,71
ID0	9,89	15,78	14,02	10,44	6,86	12,17	11,53
ID3	11,84	13,80	15,77	10,42	7,65	12,55	12,00
IIA0	10,77	13,58	10,11	9,35	8,38	12,02	10,70
IIA3	11,09	14,02	8,00	10,31	9,75	11,96	10,86
IID0	11,48	14,27	9,62	10,67	9,03	12,06	11,19
IID3	11,80	13,80	10,39	11,09	7,75	11,58	11,07
I	11,16	14,92	14,24	10,87	7,29	12,35	11,80
II	11,29	13,92	9,53	10,35	8,73	11,90	10,95
A	11,20	14,43	11,32	10,56	8,19	12,17	11,31
D	11,25	14,41	12,45	10,65	7,82	12,09	11,45
0	10,87	14,56	11,90	10,53	8,12	12,13	11,35
3	11,58	14,28	11,87	10,69	7,90	12,13	11,41
Sign. växtföljd	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*
Sign. P och K	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sign. kväve	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

¹I=kreaturshållande växtföljd med vall och tillförsel av stallgödsel, II=kreaturslös växtföljd, A=0 kg N, D=125 kg N, 0=ingen PK-gödsling, 3=ersättning + 30 kg P och 80 kg K per år

mellan led i genomsnitt mycket liten, även om den var signifikant högre i växtföljd I på Kungsängen och Orup. Också kolkvävekvoten var signifikant högre i växtföljd I jämfört med II. Speciellt stor var skillnaden på Örja, vilket tyder på att en del växtmaterial fortfarande var dåligt nedbrutet.

Aggregathållfastheten bestämdes i första hand av markens lerhalt (tabell 28). Försöksplatser med hög lerhalt (Vreta Kloster och Kungsängen) hade en hög aggregathållfasthet, medan hållfastheten på aggregat från Örja var mycket låg. På Vreta Kloster var hållfastheten signifikant högre i växtföljd II jämfört med I. I genomsnitt för samtliga platser var också hållfastheten

högre i växtföljd II, samt för låg kvävegödsling jämfört med hög, även om skillnaderna inte var statistiskt signifikanta.

Upplöst ler, mätt som grumlighet efter skakning, redovisas i tabell 29. Växtföljd och kvävegödsling har inte påverkat, medan mängden upplöst ler var signifikant högre i de mest PK-gödslade leden på två av platserna och i genomsnitt för samtliga platser.

Respiration, mätt som mängd koldioxid, redovisas i tabell 30. I genomsnitt för samtliga platser var respirationen högre för växtföljd I, medan gödslingen inte hade någon signifikant inverkan.

Tabell 28. Aggregathållfasthet (kPa) för de olika försöksplatserna

Led	Fjärdingslöv	Vreta kloster	Örja	Bjertorp	Kungsängen	Orup	Medel
IA0 ¹	173	587	239	211	700	18	322
IA3	187	440	295	203	682	18	304
ID0	179	794	226	157	623	42	337
ID3	147	602	197	145	466	41	266
IIA0	219	588	292	180	578	40	316
IIA3	263	524	236	151	594	40	301
IID0	220	759	262	161	613	39	342
IID3	211	712	218	168	657	27	332
I	172	606	239	179	618	30	307
II	228	645	252	165	610	37	323
A	211	535	266	186	638	29	311
D	189	717	226	158	590	37	319
0	198	682	255	177	628	35	329
3	202	569	236	167	600	31	301
Sign. växtföljd	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sign. P och K	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sign. kväve	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

¹I=kreaturshållande växtföljd med vall och tillförsel av stallgödsel, II=kreaturslös växtföljd, A=0 kg N, D=125 kg N, 0=ingen PK-gödsling, 3=ersättning + 30 kg P och 80 kg K per år

Tabell 29. Grumlighet (NTU/g), motsvarande mängden upplöst ler, för de olika försöksplatserna

Led	Fjärdingslöv	Vreta kloster	Örja	Bjertorp	Kungsängen	Orup	Medel
IA0 ¹	3,40	8,57	7,97	9,15	15,52	2,25	7,81
IA3	4,44	11,14	8,00	8,63	16,74	2,01	8,49
ID0	4,37	17,92	11,37	10,47	14,54	1,71	10,06
ID3	4,06	15,72	9,24	9,16	16,76	1,96	9,48
IIA0	5,19	8,65	7,28	11,16	14,45	1,77	8,09
IIA3	5,39	9,09	7,00	7,89	13,27	2,06	7,45
IID0	4,31	13,75	13,25	14,04	17,64	1,98	10,83
IID3	4,31	18,14	10,62	13,80	13,43	1,98	10,38
I	4,07	13,34	9,14	9,35	15,89	1,98	8,96
II	4,80	12,41	9,54	11,72	14,70	1,95	9,19
A	4,61	9,36	7,56	9,21	15,00	2,02	7,96
D	4,26	16,38	11,12	11,87	15,59	1,91	10,19
0	4,32	12,22	9,97	11,21	15,54	1,93	9,20
3	4,55	13,52	8,71	9,87	15,05	2,00	8,95
Sign. växtföljd	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sign. P och K	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	**
Sign. kväve	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

¹I=kreaturshållande växtföljd med vall och tillförsel av stallgödsel, II=kreaturslös växtföljd, A=0 kg N, D=125 kg N, 0=ingen PK-gödsling, 3=ersättning + 30 kg P och 80 kg K per år

Tabell 30. Respiration (mg CO₂/kg h)

Led	Fjärdingslöv	Vreta kloster	Örja	Bjertorp	Kungsängen	Orup	Medel
IA0 ¹	2,68	1,21	0,58	0,94	0,98	0,88	1,21
ID3	2,70	1,03	0,46	1,01	0,92	0,91	1,17
IIA0	2,22	0,65	0,67	0,67	0,92	0,70	0,97
IID3	2,60	0,70	0,57	1,09	0,87	0,75	1,10
I	2,69	1,12	0,52	0,97	0,95	0,90	1,19
II	2,41	0,68	0,62	0,88	0,89	0,73	1,03
A0	2,45	0,93	0,62	0,81	0,95	0,79	1,09
D3	2,65	0,87	0,52	1,05	0,89	0,83	1,13
Sign. växtföljd	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Sign. gödsling	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

¹I=kreaturshållande växtföljd med vall och tillförsel av stallgödsel, II=kreaturslös växtföljd, A=0 kg N, D=125 kg N, 0=ingen PK-gödsling, 3=ersättning + 30 kg P och 80 kg K per år

Diskussion och slutsatser

Effekterna av olika växtföljder och gödslingsnivåer på de undersökta parametrarna var relativt liten. I genomsnitt för samtliga platser var kolhalten, kol-kväveknoten och respirationen signifikant högre för växtföljd I (med vall och tillförsel av stallgödsel) jämfört med växtföljd II, medan aggregathållfastheten var något lägre. Signifikanta skillnader på enskilda platser erhöles sällan, vilket är naturligt då antalet upprepningar är litet. Växtföljd I har därmed haft en positiv inverkan på mullhalten och troligtvis gjort jorden mera lättbearbetad genom den lägre hållfastheten, men skillnaderna är små i förhållanden till den naturliga variationen mellan jordarna.

En anledning till att mäta respirationen var att studera omsättbarheten hos det organiska materialet. I genomsnitt för samtliga platser var mullhalten för växtföljd I 9 % högre än för växtföljd II, medan respirationen var 15 % högre. Detta tyder på att det organiska

materialet var lättare omsättbart i växtföljd I jämfört med II.

Gödslingen har haft mycket liten inverkan, både på kol- och kvävemängder och aggregatens egenskaper. Ett undantag är att PK-gödslingen ökat dispersionen av ler. En möjlig förklaring till detta är att gödslingen påverkat markens pH, vilket i sin tur kan ha påverkat bindningarna mellan markpartiklarna.

Sammanfattningsvis har växtföljd I medfört en viss ökning av markens mullhalt och minskat aggregathållfastheten, medan gödslingsnivåerna har haft mycket liten effekt. En förklaring till att skillnaderna genomgående är ganska små, är att växtrester förts bort i växtföljd I, medan de lämnats kvar i växtföljd II. Sammantaget kan detta ha medfört att skillnaden i tillförsel av mullråämnen mellan växtföljderna varit relativt små.

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

Tubulering - en kostnadseffektiv markvårdsåtgärd

1997 startade SLU vid avdelningarna för jordbearbetning och hydroteknik ett projekt i syfte att undersöka effekterna av tubulering (att med en tubulator åstadkomma gångar i marken) som ett komplement till befintlig täckdikning och som förbättring av markstrukturen på styva leror. Även effekter av strukturkalkning och reducerade bearbetningar vid tidig sådd undersöks. Effekten av tubulering har hittills varit liten.

1997 startade försöksserie **R2-151** som två stycken trefaktoriella försök på styv lera. Försöksplatserna ligger båda i Sörmland, den ena på Fiholmsby Gård utanför Eskilstuna, och den andra på Ulfhälls Gård utanför Strängnäs. På båda försöksplatserna har jordarna en lerhalt i matjorden på ca 48 %, som sedan stiger till ca 60 % i alven. Mullhalten i matjorden på Fiholmsby Gård är på drygt 2,5 % och sjunker sedan till 0 i alven från 70 cm djup, medan mullhalten på Ulfhälls gård i matjorden är på ca 4 % och i alven 0,6 % från 70 cm djup. Försöksplatsen på Ulfhälls Gård har mycket lägre genomsläpplighet än Fiholmsby Gård.

Syftet med undersökningen är att undersöka effekterna av tubulering som ett komplement till befintlig täckdikning och som förbättring av markstrukturen på styva leror. Även effekter av strukturkalkning och reducerade bearbetningar vid tidig sådd undersöks. Projektet finansieras av svenska spannmåls- och oljeväxtproducenter via Stiftelsen Lantbruksforskning.

Försöksplanen är trefaktoriell i tre block med följande led:

A=Kontroll

B=Tubulering

C=Tubulering med dräneringsrör

1=Konv. såbäddsberedning och normal såtid

2=Konv. såbäddsberedning och tidig sådd

3= Sådd utan harvning så tidigt som möjligt

a=Kontroll

b=Strukturkalkning

Tubuleringen skedde när markvattenhalten var lämplig och skedde på ca 50 cm djup vinkelrätt mot täckdikningen den 7 juli 1997 på Ulfhälls Gård och den 13 oktober samma år på Fiholmsby Gård. Sådd gjordes med

såmaskin av typen Väderstad-Rapid med arbetsbredd på 4 m. Det genomfördes 1 sådrag i led 3 och 2 sådrag i led 2 och 1. Sådd av led 3 gjordes då marken torkat upp tillräckligt i ytan utan att kladda, men ännu inte var möjlig att bearbeta konventionellt. Sådd av led 2 gjordes när marken var möjlig att bearbeta i det led som torkat upp tidigast. Sådd av led 1 gjordes när konventionell såbäddsberedning var lämplig att utföra i kontrollerat (ej tubulering, ej strukturkalkning). Harvning gjordes ej i led 3. I led 1 och 2 utfördes 2-4 harvningar som vid konventionell såbäddsberedning.

Strukturkalkningen genomfördes på båda försöksplatserna 1997 i samband med höstplöjningen i slutet av oktober, där 6 ton bränd kalk (CaO) per hektar spreds på markytan och sedan plöjdes in i matjorden.

I de två försöken utfördes såbäddsundersökningar i samtliga rutor direkt efter sådd. Där ingick bestämning av såbäddens ojämnheter, såbäddens djup, aggregatstorleksfördelning och vattenhalt. Dessutom mättes genomsläpplighet för vatten i fält i juni 1999.

Resultat

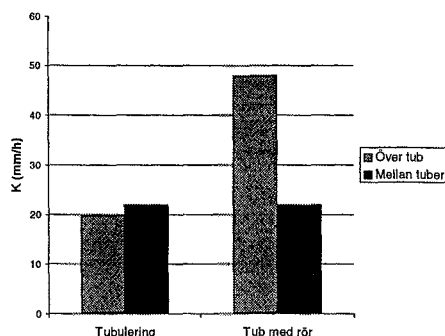
Skörd under 1999 redovisas i tabell 31. Tubuleringen hade inte någon signifikant inverkan på skörden, även om det fanns en tendens till högre skörd i tubulerade led på Fiholms gård. Strukturkalkningen höjde skörden signifikant i försöket på Fiholms gård. Skördetidpunkten hade signifikant inverkan på skörden på båda platserna, med högst skörd vid konventionell bearbetning och tidig sådd. Den låga skörden för extra tidig sådd utan harvning på Ulfhäll berodde troligtvis på att marken var mycket ojämn efter en sen plöjning den våta hösten 1998. I medeltal för 1998 och 1999 har tubuleringen haft mycket liten inverkan på skörden, medan

strukturkalkningen har givit en positiv effekt. Konventionell såbäddsberedning utförd tidigt har givit den högsta skörden.

Resultat av såbäddsundersökningen redovisas i tabell 33 och 34. Tubulering och strukturkalkning hade i regel liten effekt på såbäddsegenskaperna, även om strukturkalkning tycks ha givit något högre andel små aggregat i såbädden och något högre vattenhalt i såbotten. Sätidpunkten hade stor inverkan, framförallt orsakade den tidigaste sätidpunkten en stor andel grova aggregat i såbädden.

I figur 22 redovisas resultat av mätningar av mättad genomsläpplighet för vatten 25-35 cm djup på Fiholms gård. Genomsläppligheten ökade där tubulering gjorts med dräneringsrör, medan ingen effekt kunde ses av tubulering utan rör.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, 018/67 11 72.



Figur 22. Mättad genomsläpplighet för vatten på 25-35 cm djup på Fiholms gård vid mätningar 1999.

Tabell 31. Skörd (kg/ha) och relativtal i försök på Ulfhäll och Fiholmsby gård 1999

Gröda	Ulfhäll	Fiholmsby	Medel
	Korn	Vårvete	
Kontroll	5100=100	3660=100	100
Tubulering	92	113	102
Tubulering med dr.rör	98	110	104
Kontroll	100	100	100
Strukturkalkning	104	108	106
Konventionell sådd	100	100	100
Konv. sådd tidigt	108	108	108
Sådd extra tidigt utan harvning	84	94	89
Signifikans			
Tubulering	n.s.	n.s.	
Strukturkalkning	n.s.	n.s.	
Sätidpunkt	***	***	

Tabell 32. Skörd (relativtal) i försök på Ulfhäll och Fiholmsby gård 1998-99

Antal försöksår	Ulfhäll	Fiholmsby	Medel
	2	2	
Kontroll	100	100	100
Tubulering	100	100	100
Tubulering med dr.rör	99	98	98
Kontroll	100	100	100
Strukturkalkning	102	104	103
Konventionell sådd	100	100	100
Konv. sådd tidigt	104	104	104
Sådd extra tidigt utan harvning	92	96	94

Tabell 34. Resultat från säbäddsundersökning vid Fibyholm 1999

	Ojämnhet (mm)		Bearbetnings- Märkta Säbotten djup(mm)		Aggregatstorleksfördelning		Skikt 2		Skikt 3		Vattenhalt, skikt						
	41	34	37	39	>5 mm	2-5 mm	<2 mm	>5 mm	2-5 mm	<2 mm	>5 mm	2-5 mm	<2 mm	1	2	3	4
<i>Tubulering</i>																	
Kontroll	41	34	37	39	72	22	6	49	35	16	38	38	24	11	14	16	23
Tubulering	41	29	43	43	65	22	12	50	35	15	39	38	22	10	14	16	22
Tub.med rör	43	31	39	39	70	24	6	49	36	15	41	36	23	10	14	17	22
<i>Kalkning</i>																	
Kontroll	44	33	39	39	72	20	8	51	34	14	40	38	23	10	14	16	21
Strukturkalk	39	30	40	40	67	25	8	47	36	17	39	37	23	11	14	16	23
<i>Såtid</i>																	
Normal såtid	44	33	45	45	58	27	14	35	42	23	27	40	33	7	11	14	21
Tidig sådd	37	25	46	46	72	22	6	47	36	16	38	38	23	11	14	17	22
Extra tidig	25	39	28	28	78	19	3	66	28	7	54	34	12	13	16	17	24
<i>Sigriftkans</i>																	
Tubulering																	*
Kalkning																	*
Såtid	***	***	***	***	***	*	***	***	***	***	***	**	***	***	***	***	*

Biologisk alvluckring

I två fältförsök där jorden packats med dumper testas olika växters förmåga att restaurera packad alv. Mätningar av skrymdensitet visar att packningen av försöksleden i Skåne och Uppsala lyckats. Den sämre mättade hydrauliska ledningsförmågan i de packade leden visar på strukturella skador. Av de presumtiva "biologiska alvluckrarna" har, i försöket i Skåne, rörsvingel hittills visat sig ha den största rottdensiteten i alven.

Markens bördighet påverkas starkt av dess fysikaliska egenskaper. Utvecklingen av jordbruket, med användandet av allt tyngre maskiner, har på många jordar bidragit till en ogynnsam packning i alven. Detta projekt har som avsikt att utreda möjligheten att med växtrötters hjälp förbättra de markfysikaliska egenskaperna i alven.

I projektet ingår två fältförsök i serien **R2-7117**, ett på försökstationen Lönnstorp i Skåne och ett på Ultuna. Där odlas cikoria (*Cichorium intybus*), lucern (*Medicago sativa*), lupin (*Lupinus luteus*), rödklöver (*Trifolium pratense*) och rörsvingel (*Festuca arundinacea*) i rutor packade med dumper. Korn (*Hordeum vulgare*) odlas som referensgröda i såväl packat som opackat led. Markfysikaliska mätningar utföres i alven varje år för att fastställa testgrödornas inverkan på strukturen. Parallellt med detta testas växtslagen från fältförsöken i laboratorieförsök. Om resultaten från laboratoriet kan verifieras av fältförsöken skall metoden sedan användas till att kartlägga olika grödors möjligheter att fungera som "biologiska alvluckrare".

Mätningar i fält

Under föregående år har de grundläggande fysikaliska egenskaperna i fältförsöken i Skåne och Uppsala kartlagts. Egenskaper såsom mättad hydraulisk ledningsförmåga, skrymdensitet och penetrationsmotstånd har studerats. Dessa mätningar utfördes i packat respektive opackat kornled. Porstorleksfördelning mättes enbart i opackat led, figur 23. I försöket i Skåne togs cylindrar ut för mätningar av rotutvecklingen i de olika leden.

Resultaten av mätningarna av både skrymdensitet och genomsläpplighet visar att packningen av marken lett till förväntat resultat såväl i Skåne som i Uppsala. De packade leden har en högre skrymdensitet samt en lägre genomsläpplighet, vilket starkt torde missgynna rotutvecklingen hos grödan, tabell 35 och 36. Mätningarna av penetrationsmotstånd och skjuvhållfasthet har gett en mer komplicerad bild av situationen.

I försöket i Skåne var penetrationsmotståndet liksom skjuvhållfastheten högre i de packade leden., i Uppsala var förhållandet det omvända, se figur 24 respektive tabell 35 och 36. Detta kan sannolikt förklaras med en högre vattenhalt i den kompakterade marken, till följd av en förändring av porstoleksfördelningen. Dräneringen har också försämrats genom en lägre genomsläpplighet (tabell 35 och 36). Både penetrationsmotståndet och skjuvhållfastheten i en lera är starkt beroende av vattenhalten, med minskande motstånd med ökande vattenhalt. I försöket i Skåne är lerhalten betydligt lägre och dräneringen generellt sett bättre. Detta gör att vattenhalten inte skiljer sig lika starkt mellan leden samt att dess inverkan på mätresultatet också blir mindre.

I slutet av oktober -99 utfördes maskräkningar i försöket i Lönnstorp. Det fanns inga stora skillnader mellan leden, dock verkade rödklöver öka närvaron av maskar.

Hösten -99 mättes rotlängden på prov uttagna från 35 respektive 55 cm djup i två block i skåneförsöket (tabell 36). Alla grödor hade minst lika stor rottdensitet som det opackade kornledet. I det packade kornledet var rottdensiteten klart lägst. Detta tyder på att

testgrödorna kan ha en möjlighet att agera som biologiska alvluckrare. Det är dock i dagsläget för tidigt att dra några definitiva slutsatser. Först måste förändringar av markens hydrauliska och strukturella egenskaper fastställas, dessutom skall effekterna på en efterföljande testgröda utredas.

Tabell 35. Resultaten av mätningar 1999 i försök R2-7117 på Ultuna

Led	Korn	Korn
Behandling	packat	opackat
Skörd (kg/ha)	3520	3460
Skrymdensitet (g/cm ³)		
30-40 cm	1,48	1,42
40-50 cm	1,39	1,42
50-60 cm	1,38	1,36
Skjuvhållfasthet, vingborr (kPa)		
30-40 cm	203,50	219,70
50-60 cm	137,73	183,60
Genomsläpplighet (cm/h)		
30-40 cm	0,04	7,08
40-50 cm	4,45	15,02
50-60 cm	8,15	12,21

Utveckling av laboratoriemetod

I projektet ingår också laboratorieförsök, som går ut på att se om det genom en laboratoriemetod är möjligt kartlägga arter med en stor förmåga att luckra kompakterad alv. Under året har en metod att kartlägga olika arters förmåga att penetrera kompakterad mark utvecklats. I dagsläget verkar metoden redo att sättas i bruk för kartläggningen. Grödorna odlas i PVC-rör som kan delas på längden, detta för att underlätta friläggning av rötterna efter avslutad tillväxtperiod. I rören packas jord med en pneumatisk kolv. Trycket har

varierats för att åstadkomma olika packningsgrader, hittills har vi packat med 25, 50, 100, 200, 400 samt 800 kPa. För att få en homogen kompaktet i hela röret har packningen gjorts i två centimeter tjocka skikt. I försöksodlingar växte rötterna preferentiellt längs rörens sidor. Detta problem minskade kraftigt då sand limmades fast på rörens insida. I varje rör planteras fem frön av samma art, efter uppkomst gallras beståndet så att de tre groddplantorna i bäst kondition återstår. Rören placeras sedan i klimatkammare med ett kontrollerat klimat: 16 timmar dag och åtta timmar natt, 90 % luftfuktighet, 24 grader dagtemperatur samt 22 grader nattetemperatur.

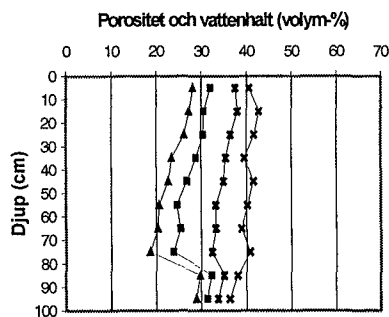
När tillväxten avbrutits tvättas rötterna fram i hälften av rören, dessa avbildas sedan i en scanner. Bilderna från scannern analyseras sedan i ett dataprogram avsett för rotmätningar, och som beräknar rotlängd och rotdiameter. Resterande rör vattenmätas varefter genomsläpplighetsmätningar utföres. En första mätning utförs direkt efter vattenmätning och en andra efter det att rötterna i jordkolumnen brutits ned och lämnat bioporor efter sig. För att säkerställa att höga konduktivitetsvärden inte åstadkommit genom kantflöde avslutas mätningarna med att vatten färgat med ett blått färgämne får infiltrera jordkolumnen. Därefter delas rören och man kan se om insidan av rören har en starkare blåfärgning än jordkolumnens centrala delar. Experiment där ovsagda metod används pågår och resultat är att vänta under våren -00.

Kontaktperson är John Löfkvist, tel. 018-671214.

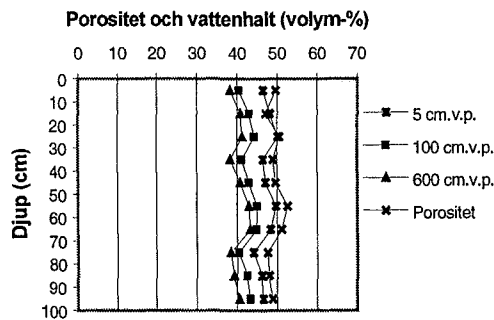
Tabell 36. Skörd, skrymdensitet, skjuvhållfasthet, genomsläpplighet, mängd maskar och rotlängd i försöksserie R2-7117 på Lönnstorp 1999

Led	Lupin	Lucern	Rödklöver	Rörsvingel	Cikoria	Korn	Korn
Behandling	packat	packat	packat	packat	packat	packat	opackat
Skörd (kg/ha)	-	-	-	-	-	4010	4840
Skrymdensitet (g/cm ³)							
30-40 cm	-	-	-	-	-	1,74	1,69
50-60 cm	-	-	-	-	-	1,67	1,66
Skjuvhållfasthet, vingborr (kPa)							
30-40 cm	-	-	-	-	-	171,25	127,32
50-60 cm	-	-	-	-	-	179,53	131,78
Genomsläpplighet (cm/h)							
30-40 cm	-	-	-	-	-	0,04	3,04
50-60 cm	-	-	-	-	-	0,43	7,42
Maskar (g)	0,12	0,4	3,75	0,70	2,25	0,71	1,01
Rotlängd (relativtal)							
32,5-37,5 cm	-	175	94	192	92	58	100
52,5-57,5 cm	-	93	103	226	94	32	100

A



B



Figur 23. Vattenhalten vid olika vattenavförande tryck samt porositet som procent utav total jordvolym. A – Lönnstorp B – Ultuna.

MEKANISK OGRÄSBEKÄMPNING

Försöksverksamheten inom mekanisk ogräsbekämpning är sedan länge eftersatt, beroende på den utbredda användningen av herbicider. Det ökade intresset för miljön, ekologisk odling och resurshushållning har lett till ett nyvaknat intresse inom området, och vid avdelningen för jordbearbetning har bl.a. under senare år utförts försök med radhackning av ogräs i stråsäd. Arbetet är främst inriktat på följande problemområden:

- att optimera den normala jordbearbetningens effekt mot ogräsen
- att utveckla teknik för mekanisk ogräsbekämpning i nya odlingssystem

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

R2-9708 (1990) Kvikrotsreglering i plöjningsfri odling

Kvickrotsreglering i plöjningsfri odling

Under åren 1990 till 1999 undersöktes möjligheterna att klara bekämpningen av kvickrot i olika reducerade bearbetningssystem. Försöket låg som två storparcellförsök på en lättlera och på en styv lera utanför Uppsala. Av de reducerade systemen har tre stubbearbetningar fungerat bäst på den lätta leran och på den styva leran har två grunda stubbearbetningar fungerat bäst de sista försöksåren.

Sedan 1990 har försöksserie R2-9708 legat som två storparcellsförsök på en lättlera på Villinge samt en styv lera på Vipången, båda på Ultuna egendom utanför Uppsala. Försöken anlades på två försöksplatser som var kraftigt kontaminerade av kvickrot och syftet med försöket har varit att undersöka möjligheterna att bekämpa stora kvickrotsbestånd i reducerade bearbetningssystem och därefter se hur dessa system klarar att hålla kvickrotsbeståndet i schack vid varierande årsmåner. Vid konventionell bearbetning återfinns kvickrotens utlöpare i hela matjordsskiktet vilket gör den svår att påverka. Därför har avsikten med grundare bearbetning varit att få kvickrotten att bilda rhizom i ett ytligare jordlager vilket är det naturliga växtsättet. Under ostörda förhållanden etableras utlöparsystemet på endast 5-15 cm djup och hypotesen i projektet har varit att kvickrotten blir allt lättare att bekämpa mekaniskt desto ytligare den har sitt system av rhizom. I försöken har följande led ingått:

A=Plöjt

B=Stubbearbetn. samt plöjn. (konventionellt)

C=Stubbearbetn. två gånger till 10 cm djup

D=Stubb. två ggr till 10 samt 15 cm djup

E=Stubb. tre ggr till 10, 15 samt 15 cm djup

F=Stubb. tre ggr till 10, 15 samt 15 cm djup plus borttagning av utlöpare på markytan

I försöken har under vissa år en undersökning av rhizomernas djupfördelning i markprofilen utförts: 1993, 1995, 1997 och 1998 på lättleran och 1994, 1997, 1998 och 1999 på den styva leran. Under 1993, 1994 och 1995 har endast leden A, C och E undersökts medan det under 1997 gjordes en mer omfattande undersökning då led A, B, C, D och E undersöktes på lättleran och led B, C och E undersöktes på den styva leran. Våren

1998 genomfördes mätningar av djupfördelningen på lätta leran i led A, B, C och E. Våren 1999 utfördes sådana mätningar på den styva leran. I varje led har två eller tre ramar (0,5 x 0,5 m) slagits ner i markprofilen till ett djup på 30 cm. Därefter har profilen delats i skikt om 5 cm ur vilka alla rhizom sorterats ut. En annan undersökning, som utförts på hösten efter skörd, har varit att räkna antalet kvickrotsskott. Dessa har räknats i nio stycken fastlagda rutor per led. Rutstorleken har varit 0,5 x 0,5 m. 1999 räknades inte antalet kvickrotsskott.

Resultat

I de flesta leden och på båda försöksplatserna har antalet skott/m² minskat sedan starten 1990. Detta illustreras i tabellerna 38 och 39 samt figurerna 28a och 28b, vilka visar utvecklingen av antalet skott/m² för de olika bearbetningssystemen. De årliga förändringarna i mängden kvickrotsskott visar att man på lättleran under de senaste åren (fr.o.m. 1996) lyckats hålla nere antalet kvickrotsskott på samma nivå som vid starten 1990 i samtliga led. Antalet kvickrotsskott på styva leran har minskat under försöksperioden i leden B, C, E och F och i leden A och D var antalet skott 1998 ungefär samma som startåret 1990.

Vid undersökningen av utlöparnas djupfördelning 1998 och 1999 visade det sig att det var stor skillnad mellan de olika leden. Totalmängden i varje profil visade att ledet med stubbearbetning följt av plöjning (led B) gav lägst mängd rhizom, se figur 25a och 26a. Plöjningsledet (led A) och ledet med tre stubbearbetningar (led E) visade ungefär samma resultat medan två stubbearbetningar till 10 cm djup (led C) gav det sämsta resultatet på lättleran. Där var mängden kvickrot mer än tio gånger större än i ledet

med stubbearbetning och plöjning (B). På den styva leran gav två stubbearbetningar till 10 cm djup däremot nästan lika bra resultat som stubbearbetning följt av plöjning. Om man tittar på hur utlöparna var fördelade i djupled, figur 25b och 26b, ser man att i det plöjda ledet låg utlöparna ganska jämnt fördelade över djupet. Efter stubbearbetning och plöjning fanns det ytterst få utlöpare i de två översta skikten. De som fanns låg samlade på djupet 10-20 cm. I de stubbearbetade leden (C och E) däremot låg de största mängderna samlade i de översta skikten. Förändringen i mängden utlöpare på lättleran som skett sedan 1993 och på styva leran sedan 1994 illustreras i figur 27a och b. Där ser man att på lättleran har tre stubbearbetningar gett mindre utlöpare än två stubbearbetningar alla

fyra åren. Men på den styva leran har tre stubbearbetningar bara gett bättre resultat än två stubbearbetningar till 10 cm djup två år av fyra. Det kan vara intressant att notera att båda åren som leden med tre stubbearbetningar var sämst utfördes dessa under våta förhållanden.

På lättleran var genomsnittsavkastningen 1991-1999 högst i leden med tre stubbearbetningar. På den styva leran gav leden med två stubbearbetningar och tre stubbearbetningar inklusive borttagning av utlöpare i markytan högst avkastning. Avkastningen redovisas i tabell 37.

Kontaktperson är Urban Svantesson, tel. 018/671246

Tabell 37. Avkastning 1999, kg/ha samt relativtal. Dessutom genomsnittsavkastningen för åren 1991-99

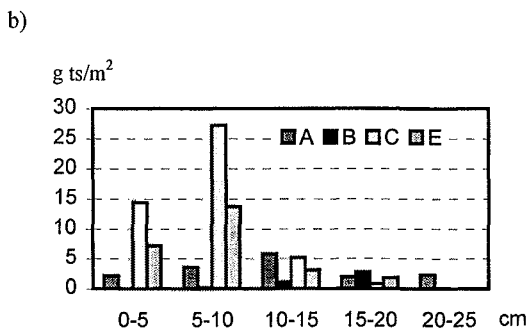
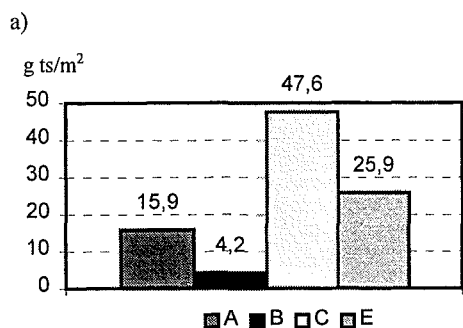
Försöks nr	510/90	511/90	510/90	511/90	Samtliga försök
Plats	Villinge	Ultuna	Villinge	Ultuna	
Jordart	mmh LL	mmh SL	mmh LL	mmh SL	
År	1999	1999	1991-99	1991-99	1991-99
Gröda	Korn	Korn			
Plöjning	1910=100	3570=100	100	100	100
Stubbearbetn+pl	126	109	109	95	102
Stubb.2ggr till 10cm	67	111	83	102	93
Stubb.2ggr till 10 resp. 15	80	100	92	92	92
Stubb.3ggr till 10 15 15 cm	146	104	119	89	104
Stubb.3ggr till 10 15 15 cm djup samt borttagning av utlöpare i markytan	127	137	134	108	121

Tabell 38. Antal kvickrotsskott på hösten i permanent utlagda rutor om 0,25 m², samt relativtal. Försök 510/90 Villinge, 1990-98. Ledbeteckningar, se ovan

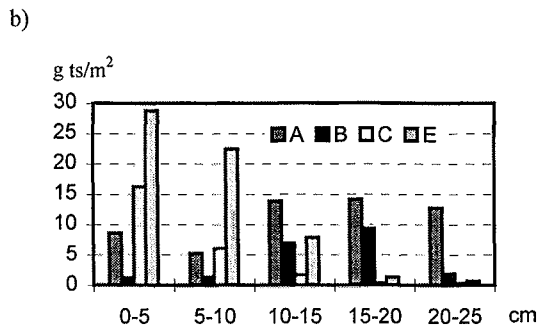
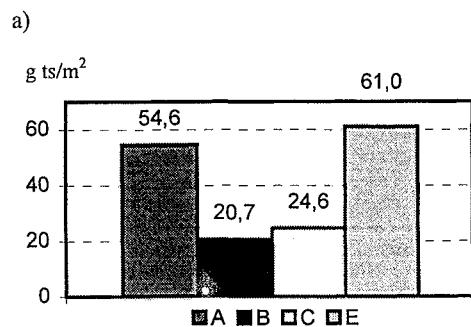
Led	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
A	15=100	400	733	560	760	326	54	63	83
B	38=100	245	163	84	68	37	4	7	9
C	43=100	344	481	356	>600	156	50	125	137
D	52=100	230	415	294	262	223	34	88	97
E	48=100	273	248	120	190	154	26	42	59
F	14=100	235	778	207	221	250	66	109	193

Tabell 39. Antal kvickrotsskott på hösten i permanent utlagda rutor om 0,25 m², samt relativt. Försök 511/90 Vipången, 1990-98. Ledbeteckningar, se ovan

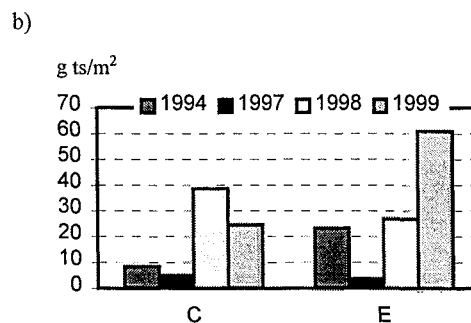
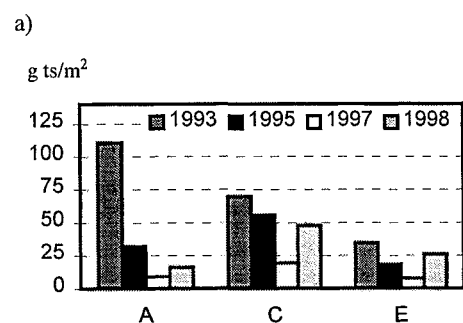
Led	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
A	16=100	100	175	106	112	94	17	197	41
B	77=100	50	44	16	23	6	0	4	2
C	62=100	60	39	26	21	16	3	49	3
D	16=100	125	106	125	131	88	26	382	72
E	53=100	134	47	25	38	24	0	48	16
F	51=100	127	67	14	24	8	0	11	3



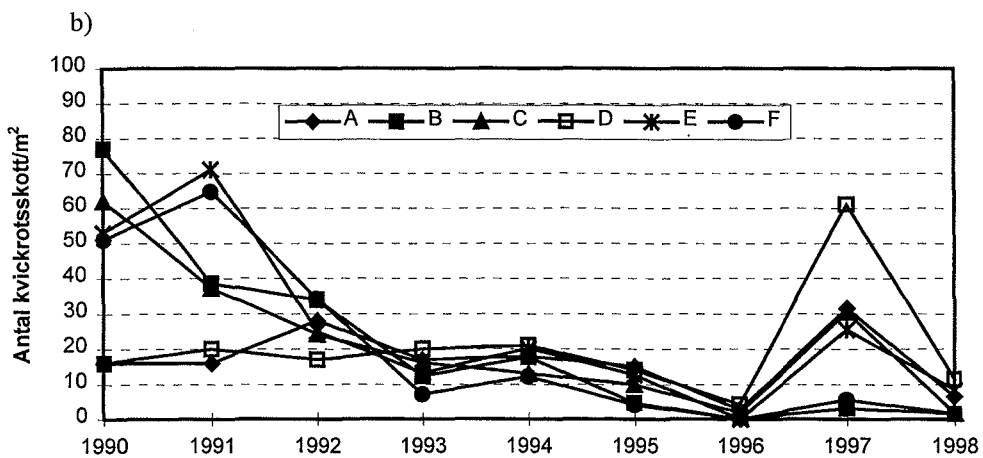
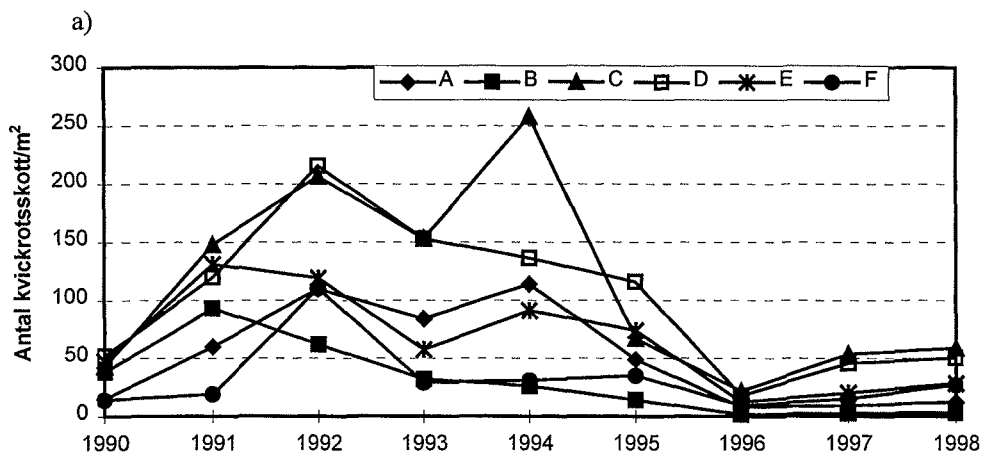
Figur 25. Mängden rhizom i markprofilen på lättleran våren 1998. a) Totalvikten rhizom för respektive bearbetningssystem. b) Djupfördelningen rhizom för respektive bearbetningssystem.



Figur 26. Mängden rhizom i markprofilen på styva leran våren 1998. a) Totalvikten rhizom för respektive bearbetningssystem. b) Djupfördelningen rhizom för respektive bearbetningssystem.



Figur 27. Totalvikten rhizom i markprofilen på a) lättleran under åren 1993, 1995, 1997 och 1998 samt på b) styva leran under åren 1994, 1997, 1998 och 1999.



Figur 28. De årliga förändringarna i antal kvickrotsskott. a) Villinge, lättlera. b) Vipägen, styv lera.

VÄXTNÄRINGSUTLAKNING OCH EROSION

För att minska jordbrukets negativa miljöpåverkan beslöt riksdagen år 1988 att halvera kväveutlakningen från jordbruket fram till år 2000. I internationella överenskommelser har detta mål tidigarelagts och en halvering skall istället nås till 1995 i särskilt belastade områden. Regeringen anvisade därför år 1991 ytterligare medel till försöks- och utvecklingsarbete för att kunna halvera växtnäringssläckaget redan till år 1995. Jordbearbetningsavdelningen och avdelningarna för vattenvård och växtnäringssläcka bedriver tillsammans för närvarande en förhållandevis omfattande forsknings- och försöksverksamhet inom ramen för denna satsning. Olika odlings- och bearbetningsåtgärder studeras avseende effekter på kväveläckage. Inom ramen ingår även ett projekt där målsättningen är att minimera fosforförluster via erosion. Huvudfinansiär är Jordbruksverket men till fosforstudierna har medel även erhållits från Stiftelsen Lantbruksforskning och länsstyrelsen i Falun. Verksamheten är främst inriktad på följande frågeställningar:

- att studera den gröna markens inverkan på fosforerosionen
- att studera olika jordbearbetningssystemers inverkan på fosforförluster
- att undersöka om odling av fånggröda kan utslutas 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

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

R2-8302	Bearbetningssystem och fosforerosion
R2-8401-05	Grön mark och N-utlakning
R2-8407	Kväveeffektiv jordbearbetning
R2-8408	Jordbearbetning-kväveutlakning på lerjord

Bearbetningssystem och fosforerosion

I samarbete med Barbro Ulén, avdelningen för vattenvårdslära och Börje Lindén, SLU, Skara, anlades 1992 två försök, R2-8301 och R2-8302, på platser med erosionsproblem. Syftet var att med olika jordbearbetnings- och odlingsåtgärder minska de fosforförluster som sker genom ytavrinning och vattenerosion. Försöken finansierades av Jordbruksverket respektive Jordbruksverket och länsstyrelsen i Dalarna. R2-8301 avslutades 1996. Resultat från R2-8301 är redovisade i tidigare årsrapporter liksom av Ulén (1997). Kontaktpersoner för försöksserierna är Barbro Ulén 018/671251, Tomas Rydberg 018/671200, Börje Lindén 0511/67112 och Maria Stenberg 018-671213.

Bearbetning - fosforerosion - N-läckage

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

I försöksserie **R2-8302** med ett försök utanför Hedemora i Dalarna studeras effekter av jordbearbetningsåtgärder på fosforerosion. Även risken för kväveutlakning belyses. Erosionsmätningarna i försöket påbörjades hösten 1994 med Gerlachtråg (Gerlach, 1967) nedgrävda i markytan och utökades 1995 med installerade uppsamlingsrännor med gummiduk och vippkärl.

Resultat

Avkastningen i försöket 1994-1999 redovisas i tabell 40. Vårplöjning har givit skördar i samma storleksordning som höstplöjning men variationen mellan åren har varit stor. De plöjningsfria leden har oftast givit större skördar än de plöjda. Direktsådd har dock de flesta åren avkastat betydligt sämre än övriga led då denna slammings- och erosionsbenägna jord ofta blir mycket hård i ytan vid upptorkning på våren. En hård markyta som ej luckrats genom bearbetning försämrar förhållandena vid sådd. Tidig sådd på våren kan ge grödan möjligheter att etableras innan förhållanden med stark upptorkning inträder men det kan även öka risken för fler tillfällen med en slammad och hårdnande markyta. Den direktsådda rutan har såtts ca 10 dagar tidigare än övriga från och med 1995. 1995 var detta gynnsamt för grödan, men senare år har det inneburit betydligt sämre förhållanden

för etablering av grödor. Störst skördar har uppmätts i ett plöjningsfritt led där organiskt material (färsk vall) tillförs markytan på hösten. Detta har troligen både varit gynnsamt för markstrukturen och för grödorna genom att växtnäringssämnen tillförts på detta sätt.

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

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

Tabell 40. Skörd (kg/ha och relativt) 1994-1999 i försöksserie R2-8302

Led	Vårkorn 1994	Havre 1995	Vårkorn 1996	Havre 1997	Vårkorn 1998	Vårkorn 1999	Medel 1994- 1999
Höstplöjt	1490=100	3140=100	4390=100	4380=100	3400=100	2580=100	100
Vårplöjt	94	76	112	94	101	131	101
Plöjningsfri odling	173	104	104	105	99	112	116
Direktsådd	38	107	73	59	65	26	61
Djupkultivering varje år	107	90	107	105	99	107	103
Djupkultivering vart tredje år	-	76	115	100	99	115	101
Vårplöjning och fånggröda	91	76	105	73	100	136	97
Höstvete/vall ¹	-	149	-	52	-	110	-
Plöjningsfri odl. + org, mtrl. höst	177	118	115	119	118	119	128

¹ Vall 1994, 1996 (sådd i renbestånd våren 1996) och 1998.

Kväveeffektiv jordbearbetning

Enskilda jordbearbetningåtgärder och tidpunkten för åtgärderna har i tidigare studier i fält visats ha stor betydelse för utlakningen av kväve. Två olika jordbearbetningssystem jämförs i en sexårig växtföljd på en grovmjord i Halland.

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

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

Försöket etablerades 1996 då sex rutor specialtäckdikades på Mellby i Halland. I försöket jämförs två olika jordbearbetningssystem med tre upprepningar. Det ena (A) systemet betraktas som konventionellt och det andra (B) som ett kväveeffektivt system (tabell 41). Under 1997 odlades en klöver/gräsvall och hösten 1997 plöjdes alla rutor vid

normal tidpunkt. Även 1998 etablerades en klöver/gräsvall i försöket. Denna vall bekämpades kemiskt hösten 1998 då kvickrot förekom rikligt i några av försöksrutorna. Hösten 1998 utfördes de första jordbearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen. Våren 1999 såddes vårraps i försöket, dvs år 5 i växtföljden. Skörden av raps var högre i det kväveeffektiva systemet men skillnaden var ej signifikant (tabell 42).

Tabell 42. Skörd (kg/ha) i försök R2-8407 1999

Bearbetningssystem	Vårraps 1999
Konventionellt	2770
Kväveeffektivt	3110
Signifikans	n.s. (LSD 930)

Mängden dräneringsvatten från respektive ruta mäts och analyseras på kväveinnehållet. Likaså bestäms mineralkväveinnehållet i markprofilen och kväve i grödorna i försöket. Försöket finansieras inom SLU:s ram för långliggande fältförsök. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Maria Stenberg, 018-671213 och Tomas Rydberg, 018-671200.

Tabell 41. Försöksplan försök R2-8407

År	Gröda	Konventionellt jordbearbetningssystem	Kväveeffektivt jordbearbetningssystem
1	Vårkorn med insådd	Normal såtid	Tidig sådd
2	Gröngödsling	Brytning genom plöjning samtidigt som led B. Sådd av höstvetete sent i september	Brytning: plöjning en vecka före sådd av höstvetete i slutet av augusti.
3	Höstvetete (rågvete)	Stubbearbetning ca 1/9 Sen höstplöjning ca 20/10	Insådd av fånggröda i höstsåden. Vårplöjning med tiltpackare nästa år.
4	Vårkorn med insådd	Normal såtid Plöjning 20/10	Tidig sådd efter vårplöjning. Vårplöjning med tiltpackare nästa år.
5	Våröljeväxter	Plöjning genast efter skörd Sådd av höstvetete sent i september	Direktsådd av höstvetete tidigt i september.
6	Höstvetete	Stubbearbetning ca 1/9 Sen höstplöjning ca 20/10	Insådd av fånggröda i höstsåden. Vårplöjning med tiltpackare nästa år.

Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord

Har utebliven eller senarelagd plöjning samma effekt på kväveutlakningen på en styv lera som på en sandjord? Dessa frågor belyser vi i den här försöksserien. Vi undersöker även om plöjningsfri odling på lerjord är bättre eller sämre ur utlakningssynpunkt än plöjning.

Försök på lätta jordar har visat att utebliven eller minskad jordbearbetning på hösten leder till minskad kväveminalisering under hösten och därmed minskad risk för kväveutlakning. Vi vet ej om effekten är densamma på lerjordar. Försöksserie **R2-8408** lades ut under 1997 och de första bearbetningarna utfördes under hösten samma år. De tio leden visas i tabell 43. Försöket genomförs i tre block.

I det här försöket jämför vi, förutom tidpunkten för höstbearbetningen, även plöjningsfri odling med konventionella system ur läckagesynpunkt. På lätta jordar har vi ej kunnat göra den jämförelsen. I försöket tas kväveprofiler ut vid flera tillfällen under året. Gröda och fånggrödor analyseras också på innehåll av kväve under säsongen. I försöket har även så kallade ON-rutor anlagts för att möjliggöra bestämning av kväve-

mineraliseringen under växtsäsongen.

Resultat

Resultaten från de första försöksåren visar på små skillnader i innehåll av mineralkväve i marken både sen höst och vår. Även skillnaderna i avkastning vid jämförelse mellan tidig och sen höstplöjning och mellan plöjning och plöjningsfri höstbearbetning har varit små (tabell 43). 1999 var skördarna i led C och F signifikant lägre än i led D. Dessa tre led är alla plöjda sent på hösten.

Projektet finansieras av Jordbruksverket och genomförs i samarbete med Börje Lindén, SLU i Skara, 0511-67112. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Maria Stenberg, 018-671213, och Tomas Rydberg, 018-671200.

Tabell 43. Försöksplan försök R2-8408 och skörd (kg/ha och relativt) 1997-1999

Led	Jordbearbetning	Vårkorn 1997 ¹	Havre 1998	Vårvete 1999	Medel 1998-1999
A	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen nedbrukas	6530=100	4530=100	4580=100	100
B	Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen bortföres	98	91	107	99
C	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen nedbrukas	100	101	94	98
D	Sen höstplöjning (20-25.10), halmen bortföres	97	90	110	100
E	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (eng. rajgräs), halmen bortföres	102	97	104	101
F	Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (cikoria), halmen bortföres	101	99	96	98
G	Stubbearbetning ca 1.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)	106	94	102	98
H	Stubbearbetning ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)	102	98	100	99
I	Stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10)	101	91	106	99
J	Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas	103	99	97	98
Sign.		-	n.s.	*(LSD 630)	-

¹De första bearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen genomfördes efter skörd 1997.

Grön mark och kväveutlakning

Ett projektsamarbete mellan avdelningarna för jordbearbetning och vattenvårdslära och Börje Lindén, SLU, Skara, startades 1992. Projektet finansieras av Jordbruksverket. Målsättningen är att med olika bearbetnings- och odlingssystem minimera kväveutlakningen. Projektet omfattar nu fem olika fältförsöksserier, **R2-8401, -8402, -8403, -8404 och -8405**, på olika platser i landet. Tidigare ingick även ett försök där fånggrödans kväveefterverkan studerades. De flesta försöken inom projektet har nu varit igång 7-8 år och en del resultat har redan presenterats i olika sammanhang, bl.a. vid ett NJF-seminarium om fånggrödor hösten 1994, NJFs kongress på Island 1995 och vid ISTRO-konferensen 1997 i Polen, liksom i uppsatser publicerade i internationella tidskrifter. Vi presenterar här några intressanta resultat från mätningar i de olika försöken men hänvisar också till mer detaljerade rapporter i förekommande fall. Kontaktpersoner för projektet är Tomas Rydberg 018/671200, Arne Gustafson 018/673410, Börje Lindén 0511/67112, Helena Aronsson 018/672466 och Maria Stenberg 018/671213.

Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder

Förlusterna av kväve genom utlakning från en lerjord kan hållas relativt låga om kvävegödselgivan är normal. En fånggröda reducerar kväveutlakningen ytterligare medan direktsådd av vårsådda grödor kan innebära ökat läckage.

I serien **R2-8401** ingår ett försök som är placerat på en lerjord på Lanna i Västergötland. Försöket är en fortsättning på ett utlakningsförsök med serienummer R3-2194 men försöksplanen har modifierats något. Med försöket vill man belysa möjligheterna att utesluta fånggröda som metod för att minska kväveutlakning på styv jord vid kvävegödselgivor av normal omfattning. Resultat från försöksserien R3-2194 åren 1988-1992 finns rapporterade av Lindén et al. (1993).

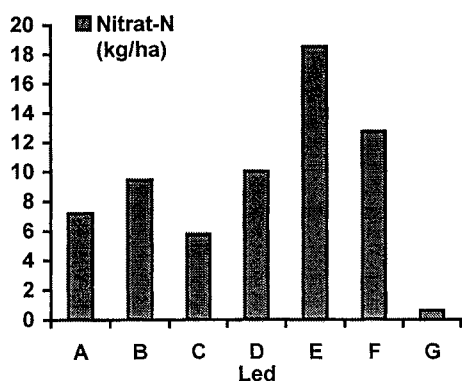
Försöket består av sju rutor, 95 x 42 m, med ett led i varje ruta. Varje ruta är separat dränerad så att avrinningen kan mätas. Dräneringsvattnet provtas för bestämning av nitrat, ammonium, totalkväve, fosfat, totalfosfor, kalium, pH och elektrisk konduktivitet. Dessutom bestäms mineralkväve i marken och totalkväve i gröda och fånggröda. Leden är olika kombinationer av kvävegiva, bearbetningsmetod och fånggröda (tabell 44). Endast vårsådda grödor odlas i försöket. I den tidigare serien visade man att läckaget av kväve från en lerjord kan hållas lågt om storleken på kvävegivan är normal. Det gäller även utan en fånggröda.

Kväveläckaget under vintern reducerades dock när en fånggröda fick växa under hösten. I det direktsådda ledet (F) minskade kvävemineraliseringen under vintern jämfört med höstplöjda led.

Tabell 44. Försöksplan för R2-8401 (1N=90 kg N/ha till vårkorn)

Led	Handels- gödsel-N	Tidpunkt för stubbear- betning	Tidpunkt för plöjning	Fång- gröda
A	1 N	Tidig höst	Sen höst	-
B	1,25 N	Tidig höst	Sen höst	-
C	1 N	-	Sen höst	Eng. rajgräs
D	1,25 N	-	Sen höst	Eng. rajgräs
E	1,5 N	-	Sen höst	Eng. rajgräs
F	1 N	-	Direktsådd	
G	0 N	-	Extensiv betesvall	

Resultat



Figur 29. Medel av årlig utlakning av nitrat (kg NO₃-N/ha) från försök R2-8401 1992/93-1997/98 (från Aronsson & Hessel, 1998b).

Utlakningen av nitrat från försöket som ett medel för 1992/93-1997/98 visas i figur 29. Engelskt rajgräs som fånggröda minskade läckaget något jämfört med den tidigt på hösten stubbearbetade marken. Vid överoptimala kvävegivor gav rajgräset ingen

minskning av kväveläckaget. Att lämna marken obearbetad över vintern och direktså på våren har, trots en minskad mineralisering på hösten, inte minskat risken för kväveläckage. Den låga avkastningen under flera år är troligen orsaken till detta (tabell 45). Utlakningen från den ogödslade vallen (led G) var nästan försumbar och av samma storleksordning som från naturlig, gräsbevuxen, opåverkad mark.

Avkastningen i försöket 1994-1999 redovisas i tabell 45. De överoptimala kvävegivorna i led B, D och E, har inte givit förväntade skördeökningar ett flertal år. Rajgräs som fånggröda har reducerat skördenivån i försöket. Direktsådd har de tre senaste åren givit högre skördar än tidig höstplöjning. Utlakningen har dock ej minskat jämfört med övriga led. Utförligare resultat från försöket är rapporterade av Aronsson (1996d, 1998b). Fosforförlusterna från försöket finns publicerade av Ulén (1995).

Tabell 45. Skörd (kg/ha och relativt) i försök R2-8401 1994-1999

Led ¹	Havre 1994	Vårraps 1995	Vårkorn 1996	Havre 1997	Vårkorn 1998	Havre 1999	Medel 1994-1999
A	6160=100	2580=100	7440=100	5900=100	6530=100	5370=100	100
B	99	103	92	105	96	99	99
C	91	56	98	98	100	88	89
D	88	56	100	102	97	93	89
E	86	65	93	102	81	91	86
F	61	61	91	117	103	102	89

¹ Skördarna i led G, extensiv, ogödslad betesvall, redovisas ej här.

Flytgödsel - fånggrödor - utlakning

Rajgräs som fånggröda minskade kväveläckaget även när stallgödsel tillfördes i ett försök på sandjord i Västergötland. En tidig stubbearbetning på hösten direkt efter skörd medförde ett ökat kväveläckage jämfört med vårplöjning.

I försöket i serie **R2-8402** som startades 1992 belyses kväveläckage och mineralkvävedynamik i marken i odlingssystem med och utan tillförsel av stallgödsel. Försöksplanen presenteras i tabell 46. Försöket är placerat på en sandjord på Fotegården utanför Lidköping. Åtta rutor, 30 x 28 m, har täckdikats separat för mätning av avrinningen och provtagning

av dräneringsvattnet. Både huvudgrödan och fånggrödan provtas för att bestämma grödornas kväveupptag. Mineralisering av kväve i marken beräknas från analyser av mineralkväve i jordprover.

Tabell 46. Försöksplan i försök R2-8402

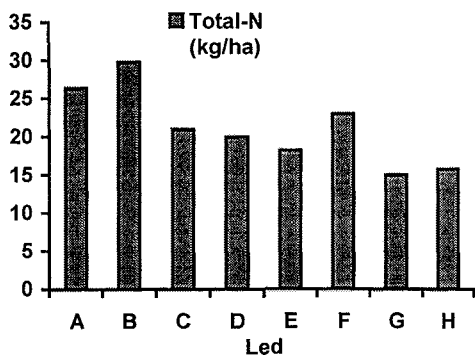
Led	Svinflyt- gödsel Tot-N, kg/ha	Handels- gödsel, kg N/ha	Tidpunkt stubbear- betning	Tidpunkt plöjning	Fånggröda
A	-	90	Tidig höst	Sen höst	-
B	90	45	Tidig höst	Sen höst	-
C	-	90	-	Sen höst	Eng. rajgräs
D	90	45	-	Sen höst	Eng. rajgräs
E	-	90	-	Tidig vår	-
F	90	45	-	Tidig vår	-
G	-	90	-	Tidig vår	Eng. rajgräs
H	90	45	-	Tidig vår	Eng. rajgräs

Tabell 47. Skörd (kg/ha och relativtal) 1994-1999 i försök R2-8402

Led	Havre 1994	Korn 1995	Potatis 1996 ¹	Havre 1997	Vårkorn 1998	Havre 1999	Medel 1994-1999
A	3680=100	3960=100	8960=100	4970=100	4730=100	4970=100	100
B	97	134	108	109	109	102	110
C	86	71	108	112	114	99	98
D	101	129	95	110	107	103	108
E	100	93	90	101	96	95	96
F	113	126	93	112	104	101	108
G	108	96	93	101	100	95	99
H	112	132	108	104	107	94	110

¹ kg torrs substans per ha.

Resultat



Figur 30. Genomsnitt av årlig utlakning av totalkväve (kg N/ha) från försök R2-8402 1993/94-1997/98 (från Aronsson & Hessel, 1998a).

Kväveförlusterna från de olika leden har varit betydande i flera fall sedan starten av mätningarna hösten 1993 (figur 30). Det första året var koncentrationerna av nitrat i dräneringsvattnet höga i alla leden beroende på att potatis odlades i försöket året innan start. Höga förluster av kväve från marken året efter odling av potatis har observerats i andra försök på sandjord. Genomsnitt av årlig utlakning från försöket 1993/94-1997/98 visas i figur 30.

En tidig stubbearbetning efter skörd har ökat förlusterna av kväve jämfört med om marken fått vara ostörd fram till en plöjning på våren. Även tillförsel av flytgödsel har orsakat en

ökning av kväveförlusterna, speciellt i led utan fånggröda.

Rajgräs som fånggröda har reducerat läckaget av kväve i försöket men effekten har varit beroende av fånggrödans tillväxt under

hösten. Skördarna i försöket 1994-1999 visas i tabell 47. Rajgräs som fånggröda har ej medfört någon reduktion av kärnskördarna i försöket. Utförligare resultat från mätningar i försöket har presenterats av Aronsson (1996a, 1998a) och Lindén et al. (1999).

Miljöanpassad flytgödsling och fånggrödor

Rajgräs som fånggröda kan hålla utlakningen på en rimlig nivå även när flytgödsel används. Höga givor och höstspredning av flytgödsel ger däremot ett ökat läckage även när fånggröda används.

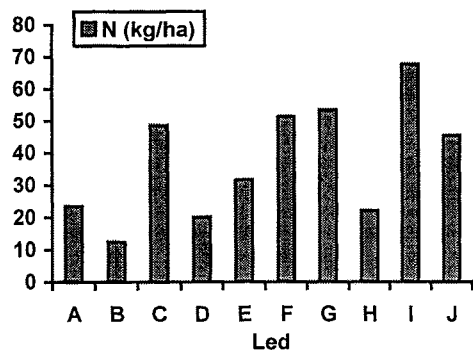
I serien **R2-8403** ingår ett försök på grovmjord i Mellby, Laholm. Försöket belyser växtnäringssläckage och mineralkvävedynamik i odlingssystem med stallgödselspredning och är en fortsättning på försöket R3-0071 som startades 1983. Resultaten från det tidigare försöket är rapporterade av Lindén et al. (1993). Försöket bestod tom 1998 av tio rutor (40 m x 40 m) med en behandling per ruta (tabell 48) och separata dränerings-system. Fyra försöksrutor inkluderades i

försöket from 1999 (f.d. R0-0044). I dessa jämförs sen höstplöjning med och utan fånggröda. Avrinningen mäts och dräneringsvattnet provtas för analys av kväve och fosfor i alla 14 försöksrutorna. Dessutom bestäms kväveupptaget i de olika leden genom provtagning av grödan. Kvävetillgång och kvävemineralisering i marken beräknas från mineralkvävebestämning i jordprover. I försöket odlas vårsådda grödor.

Tabell 48. Försöksplan för R2-8403 (1N=90 kg/ha som total-N eller som handelsgödsel)

Led	Flytgödsel- kväve	Handelsgödsel- kväve	Spridningstid för flytgödsel	Fånggröda	Plöjning
A	0 N	0N	-	-	Höst
B	0 N	0N	-	Eng.rajgräs	Vår
C	0 N	1N	-	-	Höst
D	0 N	1N	-	Eng. rajgräs	Vår
E	1N	0,5 N	Tidig höst	Eng. rajgräs	Vår
F	2 N	0,5 N	Tidig höst	Eng. rajgräs	Vår
G	1 N	0,5 N	Vår	-	Höst
H	1 N	0,5 N	Vår	Eng. rajgräs	Vår
I	2 N	0,5 N	Vår	-	Höst
J	2 N	0,5 N	Vår	Eng. rajgräs	Vår
K	0 N	1 N	-	Utan	Sen höst
L	0 N	1 N	-	Utan	Sen höst
M	0 N	1 N	-	Med	Sen höst
N	0 N	1 N	-	Med	Sen höst

Resultat



Figur 31. Genomsnittlig årlig utlakning 1989/90-1996/97 av kväve (kg N/ha) från försök R2-8403 (data från Helena Aronsson, avdelningen för vattenvårdslära, SLU, 018-672466).

Fånggrödan har effektivt reducerat kväveutlakningen i det här försöket, speciellt i kombination med vårplöjning (figur 31). Vårplöjning med fånggröda har flera år reducerat utlakningen med upp till 70 %

jämfört med höstplöjning utan fånggröda. Med normal gödselgiva (1N) och fånggröda har kväveläckaget till och med varit lägre än i led utan gödsling och fånggröda.

Vid vårspridning av flytgödsel i leden med fånggröda har man lyckats hålla läckaget på en acceptabel nivå. Däremot hade fånggrödan en liten effekt vid höstspridning av flytgödsel och vid de höga flytgödselgivorna.

Skördarna i försöket 1994-1999 visas i tabell 49. De första åren orsakade insädd av rajgräs skördeförkluster. 1997 och 1998 var skörden cirka 10% högre i det normalgödslade ledet med fånggröda än i det normalgödslade utan fånggröda. Skörden av vårvete 1999 var dock högre i det normalgödslade ledet utan fånggröda än med fånggröda. Medelskördarna 1994-1999 visar ej på någon tydlig trend.

Utförligare resultat från försöket under de senaste åren finns rapporterade av Aronsson (1996c och 2000) och av Hessel et al. (1999).

Tabell 49. Skörd (kg/ha och relativt) i försök R2-8403 1994-1999

Led	Havre 1994	Vårrips 1995	Vårvete 1996	Vårkorn 1997	Havre 1998	Vårvete 1999	Medel 1994-1999
A	38	2	47	22	35	36	30
B	58	2	44	40	50	52	41
C	3370=100	2100=100	4920=100	4040=100	5390=100	5990=100	100
D	88	86	81	110	109	96	95
E	96	66	79	92	88	90	85
F	109	105	84	107	101	110	103
G	114	92	95	127	118	103	108
H	91	92	83	117	102	106	99
I	91	119	77	123	95	102	101
J	73	128	79	118	107	97	100
K	-	-	-	-	-	85	85
L	-	-	-	-	-	89	89
M	-	-	-	-	-	88	88
N	-	-	-	-	-	97	97

Växtföljder - fånggrödor - utlakning

Förlusterna av kväve genom utlakning från växtföljder med höstsådda grödor kan vara stora. Speciellt höstraps har medfört stora kväveförluster i ett försök på moränlera i Skåne.

I försöksserie **R2-8404**, med ett försök på Lönnstorps försöksstation utanför Lund, jämförs två olika växtföljder som båda uppfyller kraven på "vintergrön mark". Försöket anlades 1992 och består av tio separat dränerade rutor varav åtta ingått i ett tidigare försök. Båda växtföljderna innehåller 80 % "vintergrön mark". I den ena växtföljden (1) ingår höstsådda grödor och i den andra (2) ingår rajgräs som fånggröda för

att nå upp till 80 % (tabell 50). För varje gröda i växtföljderna tillämpas ett för grödan konventionellt jordbearbetningssystem. I växtföljd 2 är dock tidpunkten för höstplöjning senarelagd när fånggröda tillämpas. Gödslingsnivån är också grödanpassad. Avrinningen mäts och dräneringsvattnet och grödorna provtas för att bestämma utlakningen och upptaget av kväve.

Tabell 50. Försöksplan för R2-8404

Led	Gröda	Handelsgödsel-N (kg/ha)	Tidpunkt för jordbearbetning	Marken under vintern
Växtföljd 1				
A	Höstraps	40+80+70	Efter skörd	Höstvete
B	Höstvete	60+90	Efter skörd	Rågvete
C	Rågvete	50+50	Efter skörd	Höstplöjd
D	Sockerbetor ¹	120	Sen höst	Höstplöjd
E	Korn	100	Efter skörd	Höstraps
Växtföljd 2				
F	Havre	90	Efter skörd	Höstvete
G	Höstvete	60+90	Efter skörd	Höstplöjd
H	Korn+eng. rajgräs	100	Sen höst	Höstplöjd
I	Sockerbetor ²	120	Sen höst	Höstplöjd
J	Korn+eng. rajgräs	100	Sen höst	Höstplöjd

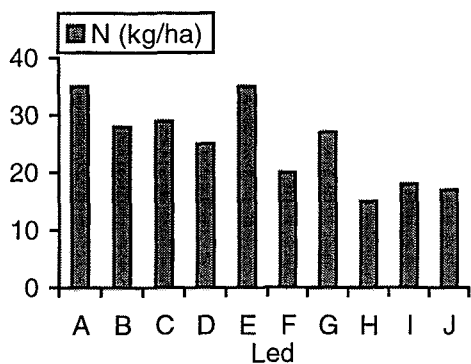
¹ Blasten nedbrukas.

² Blasten bortföres.

Resultat

De största förlusterna av kväve genom utlakning från försöket har uppmätts från höstraps och från vårkorn med höstraps som förfrukt (figur 32). Även om växande höstraps tar upp en hel del kväve (ca. 40 kg/ha) på hösten så blir kväveförlusterna stora, till och med större än där marken lämnats bar under vintern efter en tidig jordbearbetning. Vid sådd av höstrapsen tillförs vanligtvis 40 kg N per ha. Det är

sannolikt en förklaring till de stora kväveförlusterna. Engelskt rajgräs som fånggröda, vilket tillämpas i växtföljd 2, har här reducerat utlakningen av kväve. Det har visats tidigare bl.a. i försök på grovmo- och sandjordar i Halland. Förlusterna av kväve hölls även relativt låga när man förde bort betblasten från fältet.



Figur 32. Genomsnittlig årlig utlakning 1993/94-1997/98 av kväve (kg N/ha) från försök R2-8404 (från Hessel et al., 1998).

Avkastningen i försöket 1994-1999 redovisas i tabell 51. Skördarna av höstvet, vårkorn och sockerbeter har i medeltal varit högre i växtföljd 1 än i växtföljd 2. Detta trots lika gödselgivor i båda växtföljderna och större utlakning av kväve från växtföljd 1.

Resultat från ytterligare avrinningsår finns redovisade mer detaljerat av Aronsson (1996b) och av Hessel et al. (1998).

Tabell 51. Skörd (kg/ha) 1994-1999 i försök R2-8404 på Lönnstorp. För sockerbeter redovisas ren vikt socker

Led	Skörd 1994	Skörd 1995	Skörd 1996	Skörd 1997	Skörd 1998	Skörd 1999 ¹	Medel 1994-1999
A	3370	2920	2660	2270	2400	3140	2793
B	7110	7300	9980	10940	7940	10960	9038
C	4370	6860	5650	7590	7660	7040	6528
D	10110	7420	11220	10550	8520		9564 ²
E	6320	6010	7200	7370	6890	6940	6788
F	4880	3230	6200	6760	7140	6630	5807
G	6320	8090	8610	9770	7570	9290	8275
H	5380	5260	6100	6280	6430	5530	5830
I	9450	7430	9920	10070	9260		9226 ²
J	5180	5350	6730	6880	6830	5570	6090

¹ Skördarna ej analyserade när rapporten skrevs.

² Medel 1994-1998.

Jordbearbetning - kväveutlakning

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

Inom försöksserie **R2-8405** anlades hösten 1992 ett försök på grovmo i Mellby utanför Laholm. Hösten 1993 utfördes de första bearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen. I försöket jämförs effekten på kväveutlakning av olika tidpunkter för plöjning i vårsådda grödor. Tidig höstplöjning jämförs med sen höstplöjning och vårplöjning. Den sena

höstplöjningen utförs både med och utan fånggröda, samt med eller utan en föregående stubbearbetning som utförs samtidigt som den tidiga höstplöjningen. Dessutom jämförs effekten på kväveutlakning av inblandning eller bortförsl av skörderesterna (tabell 52).

För att studera kväveupptag och kväve-mineralisering utförs analyser av mineralkväve (ammonium och nitrat) i jordprover och av totalkväve i grödan. I alla försöksrutor är sugceller installerade på två djup, 60 och 90 cm, för att göra det möjligt att bestämma nitratkoncentrationen i markvattnet. Nitrat-

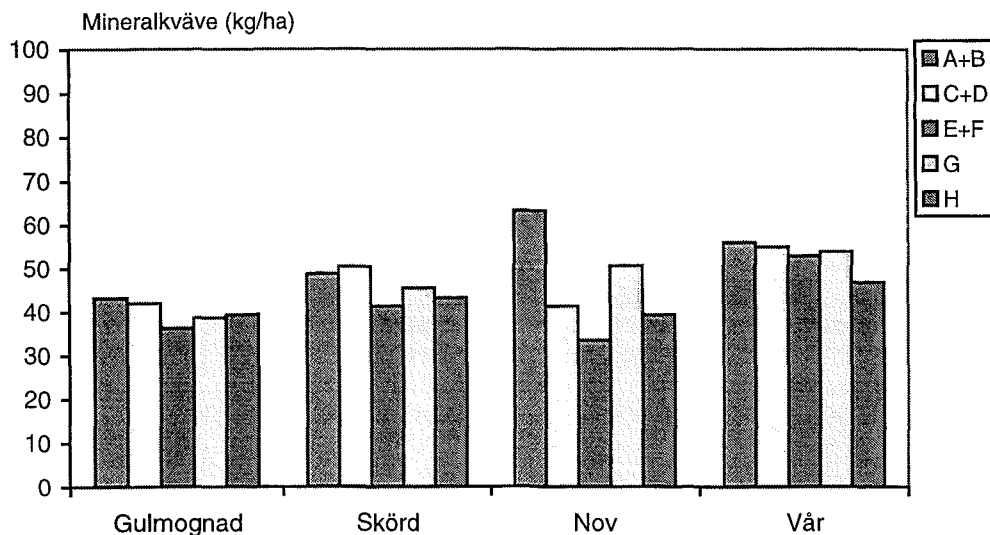
utlakningen från de olika tidpunkterna för bearbetning beräknas från nitratkoncentrationen i markvattnet som provtagits med hjälp av sugceller och från avrinning från ett intilliggande försök.

Tabell 52. Försöksplan för försök R2-8405 i Mellby, Halland, och skörd (kg/ha och relativtal) 1994-1999

Led	Plöjnings- tidpunkt	Halm- behandling	Vårkorn 1994	Havre 1995	Vårvete 1996	Vårkorn 1997	Havre 1998	Vårvete 1999	Medel
A	1:a v i sept	Nedbrukas	3120 =100	4780 =100	4710=100	4390=100	5670=100	5050=100	100
B	1:a v i sept	Bortföres	100	91	94	105	108	117	103
C	1:a v i nov	Nedbrukas	94	99	55	97	92	116	92
D	1:a v i nov	Bortföres	82	100	55	98	106	120	94
E	1:a v i nov	Nedbrukas Eng rajgräs	87	100	76	102	106	115	98
F	1:a v i nov	Bortföres Eng rajgräs	99	107	81	102	104	122	103
G	1:a v i nov ¹	Nedbrukas	100	104	82	97	100	119	100
H	Vår ²	Nedbrukas	94	104	65	41	92	86	80
Sign			n.s.	n.s.	*	***	**	*	-

¹ Stubbearbetning 1 gång omedelbart efter skörd

² Tidig vårsådd, utförd 1997 och 1999.



Figur 33. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i marken i 0-90 cm i medeltal 1993-1999 vid respektive provtagningstidpunkt i de olika bearbetningsleden i försök R2-8405, Mellby (A+B = tidig höstplöjning, C+D = sen höstplöjning, E+F = sen höstplöjning med fånggröda, G = tidig stubbearbetning och sen höstplöjning och H = vårplöjning).

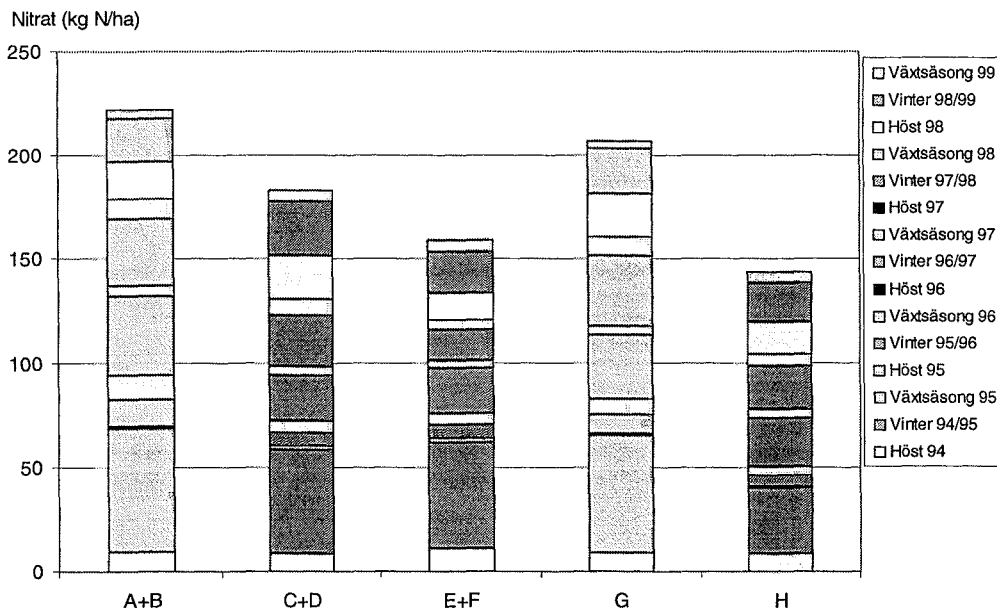
Resultat

Kvickrot uppförökades återigen i försöket 1998, speciellt i det vårplöjda ledet vilket troligen orsakade skördeminskningen i havre detta år (tabell 52). Stora halmmängder i det vårplöjda ledet orsakade också problem vid skörd. De stora skördeskillnaderna 1996 orsakades även de av riklig förekomst av kvickrot i flera av leden. Tidig sådd utfördes 1997 i det vårplöjda ledet. Kråkfåglar åt dock upp en stor del av utsädet i dessa rutor vilket medförde en kraftig skördeminskning.

Skörden i det vårplöjda ledet var 1999 återigen låg (tabell 52). Vårvetet var i hela försöket angripet av rotdödare men angreppet

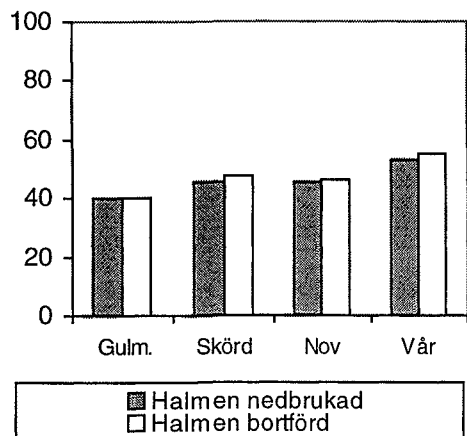
var kraftigast efter vårplöjning. Orsaken var troligen en kombination av den tidigare förekomsten av kvickrot och att ledet 1999 såddes tidigt på våren.

Figur 35 visar innehållet av mineralkväve (nitrat och ammonium) i 0-90 cm och figur 33 visar den ackumulerade utlakningen efter de olika tidpunkterna för plöjning. Tidig höstplöjning och sen höstplöjning med föregående stubbearbetning har orsakat störst innehåll av mineralkväve i marken på hösten och störst utlakning. Vårplöjning har medfört den klart minsta utlakningen av kväve (figur 34).



Figur 34. Ackumulerad nitratutlakning (kg N ha^{-1}) beräknad från nitratkoncentrationer i markvattnet på 60 cm djup i försök R2-8405 fr.o.m. juli 1994 t.o.m. juni 1999 fördelad på tre perioder (växtsång = april t.o.m. juli, höst = augusti t.o.m. oktober och vinter = november t.o.m. mars). Första jordbearbetningsåtgärden i försöket utfördes första veckan i september 1993 (A+B = tidig höstplöjning, C+D = sen höstplöjning, E+F = sen höstplöjning med fånggröda, G = tidig stubbearbetning och sen höstplöjning och H = vårplöjning).

Mineralkväve (kg/ha)



Figur 35. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i marken i 0-90 cm 1993-1999 i de två olika halmbehandlingarna i försök R2-8405, Mellby, vid respektive provtagningstidpunkt och år (halmen nedbrukad = medeltal av A+C+E+G+H, halmen bortförd = medeltal av B+D+F).

Litteraturförteckning fosforerosion, grön mark och kväveutlakning

Aronsson, H. 2000. Nitrogen turnover and leaching in cropping systems with ryegrass catch crops. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. SLU, Uppsala. Agraria 214. Doctoral thesis.

Aronsson, H. 1996a. Flytgödsel - Fånggrödor - Utlakning. Resultat från tre försöksår på sandjord i Västergötland. Teknisk rapport 25. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Aronsson, H. 1996b. Växtföljder - Fånggrödor - Utlakning. Resultat av tre försöksår på moränlera i Skåne. Teknisk rapport 26. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Aronsson, H. 1996c. Fånggrödor och utlakning. Mellbyförsöket i Halland 1989-1996. Teknisk rapport 27. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Aronsson, H. 1996d. Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder. Resultat från försök på lerjord i Västergötland 1992-1996. Teknisk rapport 30. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Det har ansetts att inbrukning av halm på hösten medför ökad immobilisering av kväve och därmed minskning av utlakningen. Effekten av nedbrukning respektive bortförel av halm från försöket på innehållet av mineralkväve i marken och på utlakningen av kväve har varit liten i försöket (figur 35). Skillnaden mellan leden har varit försumbar förutom vid ett fåtal tillfällen.

Från och med hösten 2000 kommer vi att utföra tätare provtagning av markens mineralkväve efter bearbetningarna. Vi vill studera hur snart efter en bearbetning nettomineraliseringen av kväve sker.

Utförligare resultat från försöket har rapporterats av Aronsson et al. (1994b), Stenberg (1998), Stenberg & Aronsson (1995, 1999) och Stenberg et al. (1997, 1998, 1999).

Aronsson, H., Hessel, K. 1998a. Flytgödsel - Fånggrödor - Utlakning. Fem år på Fotegården, sandjord i Västergötland. Teknisk rapport 45. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Aronsson, H., Hessel, K. 1998b. Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder. Resultat från försök på lerjord i Västergötland 1992-1998. Teknisk rapport 46. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Aronsson, H., Lindén, B., Gustafson, A. 1994a. Influence of ryegrass as a catch crop and soil tillage on nitrogen mineralization and leaching. NJF seminar no. 245, Knivsta, 3-4 Oct. 1994.

Aronsson, H., Stenberg, M., Lindén, B., Gustafsson, A., Rydberg, T. 1994b. Soil tillage systems with and without a catch crop - nitrogen mineralization and risk of nitrate leaching. In: Proceedings of NJF seminar no. 245 "The use of catch or cover crops to reduce leaching and erosion", Knivsta, 3-4 Oct. 1994. NJF-utredning/rapport nr. 99:93-104.

- Gerlach, T. 1967. Hillslope throughs for measuring sediment movement. *Rev. Geomorph. Dynamique* 4, 173.
- Hessel, K., Aronsson, H., Lindén, B., Stenberg, M., Rydberg, T., Gustafson, A. 1998. Höstgrödor – Fånggrödor – Utlakning. Kvävedynamik och kväveutlakning på en moränlättilera i Skåne. *Ekohydrologi* 46. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Hessel, K., Aronsson, H., Torstensson, G., Gustafson, A., Lindén, B., Stenberg, M., Rydberg, T. 1999. Mineralkvävedynamik och växtnäringutlakning i handels- och stallgödslade odlingssystem med och utan fånggröda. Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1990-1998. *Ekohydrologi* nr. 50, Avd. f. vattenvårdslära, SLU.
- Lindén, B., Rydberg, T., Stenberg, M. 1998. Jordbearbetningssystem på en mjälalättilera i södra Dalarna: Inverkan på växtproduktion, kväveutnyttjande och risker för växtnäring-förluster. Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Dalarnas län. Rapport 1998:6.
- Lindén, B., Aronsson, H., Gustafson, A., Torstensson, G. 1993a. Fånggrödor, direkt-sådd och delad kvävegiva - studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingssystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. *Ekohydrologi* 33. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Lindén, B., Gustafson, A., Torstensson, G., Ekre, E. 1993b. Mineralkvävedynamik och växtnäringutlakning på en grovmojord i södra Halland med handels- och stallgödslade odlingssystem med och utan insådd fånggröda. *Ekohydrologi* 30. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Lindén, B., Engström, L., Aronsson, H., Hessel Tjell, K., Gustafson, A., Stenberg, M., Rydberg, T. 1999. Kväveminalisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland. Inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flytgödseltillförsel och insådd fånggröda. *Ekohydrologi* 51. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Stenberg, M. 1998. Soil tillage influences on nitrogen conservation. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. SLU, Uppsala. Agraria* 129. Doctoral thesis.
- Stenberg, M., Aronsson, H. 1995. Jordbearbetning - kväveutlakning. Fältförsök i Halland 1993-1995. Teknisk rapport 17. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Stenberg, M., Aronsson, H. 1999. Plöj senare och minska risken för kväveutlakning! FAKTA Jordbruk. SLU. Nr 2 1999.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B. 1995. Nitrate leaching as affected by time for tillage operation and a ryegrass catch crop. NJF:s XX kongress, Reykjavik, 26-29 juni 1995. *Nordisk jordbruksforskning* nr. 3 1995:79.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B. 1998. Soil tillage and nitrogen leaching. In: "Soil tillage and biology". NJF seminar no. 286. Ås, Norway.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T. 1997. Jordbearbetning – kväveutlakning. Resultat 1995/96 från fältförsök R2-8405 i Halland. Teknisk rapport 34. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T., Gustafson, A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil Tillage Res.* 50, 115-125.
- Ulén, B. 1995. Episodic precipitation and discharge events and their influence on losses of phosphorus and nitrogen from tiledrained arable fields. *Swedish J. agric. Res.* 25:25-31.
- Ulén, B. 1997. Nutrient losses by surface runoff from soils with winter cover crops and spring-ploughed soils in the south of Sweden. *Soil Tillage Res.* 44, 165-177.
- Ulén, B. 1998. Jordbearbetningssystem på en mjälalättilera i södra Dalarna: Ytavrinningsförluster av växtnäring. Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Dalarnas län. Rapport 1998:6.

Plöjningstidpunktens inverkan på markstruktur, växtproduktion och kväveutlakning på lerjord

I tre försök startade hösten 1999 studeras plöjningstidpunktens inverkan på markstruktur och kväve mineralisering på lerjord. I ett av försöken hade bearbetningstidpunkten stor effekt på kväve mineraliseringen

I försök på lätt jord i Halland har konstaterats att bearbetning tidigt på hösten stimulerar kväve mineralisering och därmed ökar risken för kväveutlakning jämfört med om grundbearbetningen endast utförs sent på hösten eller på våren. I vilken utsträckning en sen höstbearbetning minskar kväveutlakning på lerjordar är dock mindre känt än på lätta jordar. En eventuellt minskad kväveutlakning får här vägas mot risken för en försämrad markstruktur och lägre skörd om plöjningen utförs vid ogynnsamma förhållanden.

Ett projekt startades därför under 1999 med två huvudsakliga syften: (1) Att studera hur plöjningstidpunkten inverkar på skörd och på markstrukturen i matjorden efterföljande år, främst möjligheten att bereda en god såbädd. (2) Att studera hur plöjningstidpunkten inverkar på mineralisering av kväve i marken, och därmed risken för kväveutlakning. Därigenom blir det möjligt att väga ev. minskad kväveutlakning av senarelagd bearbetning mot risken för försämrad markstruktur och sänkt skörd.

Försöksplan

Projektet genomförs i första hand i form av fältförsök på tre platser i Sverige: lättlera i sydvästra Skåne, styv lera på Vikbolandet i Östergötland samt styv lera vid Ultuna, Uppland. Försöksplanen innehåller följande led:

A=tidig plöjning under torra förhållanden (15 aug-1 sep)

B=normal plöjningstidpunkt (15 sep-1 okt)

C=sen plöjning under våta förhållanden (tidigast 20 okt i Skåne eller 10 okt i Östergötland och Uppland)

I försöket mäts innehållet av mineralkväve i markprofilen ner till 90 cm djup vid olika tillfällen på hösten samt på våren. Dessutom görs mätningar av markens fysikaliska egenskaper, framförallt såbäddsegenskaper.

Resultat

Plöjning har skett vid tre olika tillfällen hösten 1999 enligt planen. P.g.a. den mycket torra hösten försköts framförallt den sista plöjningstidpunkten i försöken på Ultuna och Vikbolandet, och gjordes i december månad. Därmed erhöles den önskade skillnaden i vattenhalter mellan bearbetningstillfällena: i matjorden på Ultuna var vattenhalten 19,4, 30,4 och 38,9 % vid första, andra respektive tredje plöjningstillfället. Detta ledde också till mycket stora skillnader i struktur vid de olika tillfällena, framförallt gav den tidiga plöjningen på Ultuna en mycket grovkokig struktur.

Kväveprovtagning i skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm vid de olika plöjningstillfällena har också utförts enligt plan. Hittills är endast proverna från Ultunaförsöket analyserade. Resultatet från dessa är mycket intressanta: vid sista plöjningstillfället 15/12 var kväveinnehållet till 90 cm djup 56, 46 och 36 kg/ha i jord från första, andra respektive tredje plöjningstillfället. Resultatet visar att bearbetningstidpunkten kan påverka kväve mineraliseringen också på lerjordar. Mätningarna under 2000 kommer att visa effekterna av bearbetningstidpunkten på markstrukturen och den efterföljande grödan.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, 018/67 11 72.

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

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

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

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

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

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

- 88 1995 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Eva Salomon, Staffan Steineck, Ingrid Karlsson, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Åse Littorin-Johansson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1994. 77s.
- 89 1996 Ingrid M. Karlsson. Sportgräsytor etablering och skötsel - erfarenheter från ett markbyggnadsförsök. 94s.
Establishment and maintenance of grassed sports fields - experience from a field experiment on soil construction alternatives. 94pp.
- 90 1996 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Susanne Johansson, Ingrid M. Karlsson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg, Johan Bengtsson, Calle Blackert, Rickard Ivarsson, Anna Lena Carlsson, Sasa Ristic. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1995. 80s.
- 91 1997 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1996. 80s.
- 92 1997 Johan Arvidsson. Tidig sådd - ett system för reducerad bearbetning vid vårsådd. Slutrapport för fältförsök 1992-1996. 45s.
Early sowing - a reduced tillage system for spring sowing. Final report for field experiments 1992-1996. 45pp.
- 93 1998 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Andreas Trautner, Thomas Wildt-Persson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1997. 74s.
- 94 1998 Daniel Johansson. Radhackning med och utan efterredskap i stråsäd. Slutrapport för fältförsök 1995-1997. 49s.
Row hoeing in cereals with and without tools behind. Final report for field experiments 1995-1997. 49pp.
- 95 1998 Maria Stenberg, Göran Bergkvist, Helena Aronsson. Jordbearbetningsstrategi och etableringsteknik till höstraps för att minska risken för kväveläckage. 18s.
Soil tillage strategy and winter oil-seed rape establishment techniques to reduce the risk for nitrogen leaching. 18pp.
- 96 1999 Johan Arvidsson, John Löfkvist, Tomas Rydberg, Erika Sjöberg, Maria Stenberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1998. 68s.
- 97 2000 Ararso Etana, Tomas Rydberg och Inge Håkansson. Markfysikaliska studier i långliggande försök med reducerad jordbearbetning. 29s.
Studies of soil physical properties in long-term experiments with reduced tillage. 29pp
- 98 2000 Johan Arvidsson, Ararso Etana, John Löfkvist, Magnus Melin, Lars Pålsson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1999. 76s.