



SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET  
UPPSALA

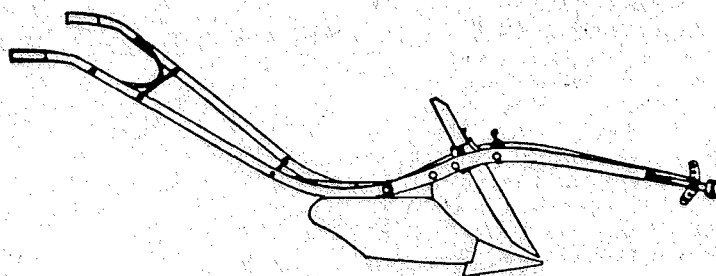
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

# RAPPORTER FRÅN \_\_\_\_\_ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,  
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Reports from the Division of Soil Management



Nr 77

1988

REDUCERET JORDBEARBEJDNING

Rapport från NJF-seminarium i Horsens,  
Danmark, 9-11 februari 1988

ISBN 91-576-3542-0

RAPPORTER från JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

- | Nr | År   | Nr  | År |      |   |
|----|------|---|----|------|---|
| 1  | 1968 | Inge Håkansson: Fysikalisk och kemisk beskrivning av markprofiler från 8 platser i Uppland och Västergötland. 128 s.  | 33 | 1973 | Inge Håkansson: Tung körning vid skörd av slättervall. Tre försök på Röbbäcksdalen. 1969-72. 20 s.<br><i>Effect of heavy machinery when harvesting ley crops. Three field experiments in northern Sweden 1969-72.</i>   |
| 2  | 1968 | Inge Håkansson: Några synpunkter på forskning och försöksverksamhet i jordbearbetning. 6 s.   | 34 | 1973 | Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969-72. Maskinanvändningen på provplatserna. 76 s.  |
| 3  | 1968 | Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson: Försök med harvning till vårsåd 1941-1959. 29 s.<br><i>Field trials with harrowing to spring-sown cereals 1941-1959.</i>   | 35 | 1973 | Lennart Henriksson: Redskap för såbäddsberedning. Undersökningsmetoder och inledande studier. 35 s.<br><i>Implements for seedbed preparation. Methods of investigation and preliminary studies.</i>   |
| 4  | 1968 | Åke Huhtapalo, Reijo Heinsonen: Inledande försök med gödselradmyllning kombinerat med sådd 1964-1966. 37 s.   | 36 | 1973 | Inge Håkansson, József von Polgár: Försök åren 1969 och 1970 med en maskin för kombinerad såbäddsberedning och sådd (Svenska Sockerfabrika AB:s värbrukningsmaskin). 26 s.<br><i>Experiments in the years 1969 and 1970 with a machine for combined seedbed preparation and sowing.</i>                                     |
| 5  | 1968 | Lennart Henriksson: Orienterande försök med bearbetning till hostvete. 7 s.   | 37 | 1974 | Lennart Engström: Intervjuundersökning om extremt tidig sådd våren 1973. 33 s.<br><i>A sampling study into extremely early spring sowing in Sweden in 1973.</i>   |
| 6  | 1968 | Lennart Henriksson: Försök med olika såtider. 7 s.  | 38 | 1974 | Lennart Henriksson: Studier av några jordbearbetningsredskapets arbetsätt och arbetsresultat. 144 s.<br><i>Studies of the mode of working and the working results of some soil tillage implements.</i>  |
| 7  | 1968 | Reijo Heinsonen: Berättelse över studieresa till Sovjet den 11-26 juli 1967. 13 s.  | 39 | 1975 | Thomas Rydberg: Plöjningsfri odling i Sverige. En intervjuundersökning 1974. 21 s.  |
| 8  | 1968 | Inge Håkansson: Markfysikaliska studier i ett växtföljdsförsök på Ås den 15-16 juli 1966. 13 s.   | 40 | 1975 | Ulf Olsson: Redskap för såbäddsberedning, arbetsätt och arbetsresultat. 55 s.<br><i>Implements for seedbed preparation; studies of the mode of working and the working results.</i>   |
| 9  | 1968 | Bo Thente: Luftpermeabilitetsmätning som markfysikalisk undersökningsmetod. 41 s.   | 41 | 1975 | Inge Håkansson: Rapport över studieresa till USA hösten 1974. 15 s.   |
| 10 | 1968 | Reijo Heinsonen, Åke Huhtapalo: Besvarade och obesvarade frågor om radmyllning av kvävegödsel. 13 s.  | 42 | 1976 | Inge Håkansson: Elva försök med alvuckning och djupplöjning i Syd- och Västsverige 1964-1975. 35 s.<br><i>Eleven Swedish field experiments with subsoiling and deep ploughing 1964-1975.</i>  |
| 11 | 1968 | Lennart Fergedal: Försök med jordpackning vid olika tidpunkter på våren. År 1967. 9 s.  | 43 | 1976 | Peter Edling: Redskap och intensitet vid värbruk till potatis. Resultat av 11 försök i Norrland 1965-1969. 10 s.<br><i>Eleven experiments in northern Sweden with spring tillage for potatoes.</i>  |
| 12 | 1968 | Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson: Alvuckningsförsök 1937-1963. 32 s.   | 44 | 1976 | Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält III. Stickprovsundersökning 1969-72. Primärdata för 300 provplatser. 76 s.<br><i>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.</i>              |
| 13 | 1968 | Reijo Heinsonen: Tidig vårsådd. Växtfysiologiska och ekologiska synpunkter på aktuella tendenser i såbäddsberedning och sådd av vårstråsäd. 19 s.   | 45 | 1976 | PROCEEDINGS of the 7th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTR0.   |
| 14 | 1968 | Erik Jakobsson: Plöjningsförsök med olika tiltbredder och vändskiveformer. 10 s.  | 46 | 1976 | Inge Håkansson, József von Polgár: Modellförsök med såbäddens funktion. I. Såbädden som skydd mot avdunstning. 52 s.<br><i>Model experiments into the function of the seedbed. I. The seedbed as a protective layer against drought.</i>  |
| 15 | 1968 | Lennart Henriksson: Försök med grund plöjning. 9 s.   | 47 | 1976 | Lars Gunnar Nilsson: Texturanalys och jordartsklassifikation. Rapport från ett NJF-symposium i Uppsala 1976-03-09. 26 s.  |
| 16 | 1968 | Stig Ledin: Olika halmnedbrukningsmetoders verkan på kvickrot och på några frögräs. 21 s.   | 48 | 1976 | Inge Håkansson: Olika grödors känslighet för packningsgraden i matjorden. Två försök med vallväxter 1971-74. 17 s.<br><i>The sensitivity of different crops to the degree of compactness in the plough layer. Two field experiments with forage crops 1971-74.</i>  |
| 17 | 1969 | Inge Håkansson, Börje Gillberg: Lufttrycket i traktordäcken under fältarbeten. En stickprovsundersökning hösten 1968. 32 s.<br><i>Investigation into the inflation pressure of the tires of Swedish tractors engaged in field work.</i> | 49 | 1976 | Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält IV. Stickprovsundersökning 1969-72. En översiktlig studie av några viktiga faktorer. 33 s.<br><i>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.</i> |
| 18 | 1969 | Göte Bertilsson: Studier över tryckets markpåverkan. 67 s.  | 50 | 1977 | Såbäddsberedning och sådd. Uppsatser presenterade vid Lantbrukshögskolans försöksledarmöte 1977.  |
| 19 | 1969 | Peter Edling, Nils M. Nilsson, Inge Håkansson: Sju skånska försök med alvuckning och djupplöjning 1964-68. 26 s.<br><i>Seven experiments with subsoiling and deep ploughing in Southwestern Sweden 1964-68.</i>                         | 51 | 1977 | Lennart Henriksson: Stubbearbetningsredskapets arbetsresultat med hänsyn till mark- och halmförhållandena. 32 s.<br><i>The results given by implements for stubble cleaning with regard to different soil- and straw conditions.</i>  |
| 20 | 1969 | Bengt Reimersson, Gunnar Falk: Försök på Persbo gård 1968 med minskad jordpackning. 8 s.<br><i>A field experiment with reduced soil compaction on a clay soil.</i>  |    |      |   |
| 21 | 1970 | Lennart Henriksson: Olika redskapstyper för stubbearbetning. Jämförelser av arbetsätt och arbetsresultat. 19 s.<br><i>Different types of implements for stubblecultivation. A study of working methods and working results.</i>         |    |      |   |
| 22 | 1970 | Inge Håkansson, Lennart Fergedal: Försök med jordpackningens ackumulativa efterverkningar. Preliminär redogörelse. 21 s.<br><i>Experiments with the accumulative after-effects of soil compaction. Preliminary report.</i>              |    |      |   |
| 23 | 1971 | Göran Kritz, Inge Håkansson: Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969-70. 43 s.<br><i>Investigation into seedbed preparation and properties of the seedbed on spring sown fields in Sweden, 1969-1970.</i>    |    |      |   |
| 24 | 1971 | Lennart Henriksson: Tilljämning av plogtiltan på hösten. Försök med höstharvning och tillsatsredskap till plogen. 68 s.   |    |      |   |
| 25 | 1971 | Ann Pettersson: Nya redskap för gödselplacering och sådd. 50 s.   |    |      |   |
| 26 | 1971 | Lennart Fergedal: Jordpackning med traktor vid olika tider för vårsådd. 140 s.  |    |      |   |
| 27 | 1971 | Göran Kritz: Jordbearbetningsforskning i Europa. Rapport från en studieresa. 16 s.  |    |      |   |
| 28 | 1972 | Helmut Frese: Zur Frage spezialisierter oder interdisziplinärer Forschung am Boden. 15 s.   |    |      |   |
| 29 | 1972 | Inge Håkansson, Sven Alvelid: Två försök i Kalmar län med halmnedplöjning för att minska vinderosionen. 4 s.  |    |      |   |
| 30 | 1972 | Ann Pettersson, Sten Wikström: Inledande undersökningar om radmyllning till potatis. 50 s.  |    |      |   |
| 31 | 1972 | Peter Edling, Lennart Fergedal: Modellförsök med jordpackning 1968-69. 71 s.  |    |      |   |
| 32 | 1973 | Åke Huhtapalo, Ann Wikström, Sten Wikström: Försök med kombisåmaskiner 1971-72. 46 s.   |    |      |   |

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för markvetenskap  
Avdelningen för jordbearbetning

Rapporter från jordbearbetnings-  
avdelningen. Nr. 77, 1988  
ISBN 91-576-3542-0



NÖRDISKE JORDBRUGSFORSKERES FORENING  
Sektion 1 - Jord og gødskning  
Seminar nr. 130  
Horsens, Danmark, 9.-11. februar 1988

*The Scandinavian Association of Agricultural  
Scientists  
Seminar in Horsens, Denmark, February 9-11, 1988*

## REDUCERET JORDBEARBEJDNING

## REDUCED CULTIVATION

Redaktion: Lorens Hansen og Karl J. Rasmussen

### ABSTRACT

*In February 9-11, 1988, a conference on reduced cultivation was arranged in Horsens, Denmark. In 29 lectures and posters, the results of research on reduced cultivation in Denmark, Finland, Norway and Sweden were summarized.*

*The program included 7 sessions with different sub-themes related to reduced cultivation: soil physical aspects; chemical and biological aspects; crop rotation, plant pathology and weed problems; experiences with different growing systems; machinery, energy- and labour input and economical aspects.*



## FORORD

Seminaret arrangeredes af arbejdsgruppen for jordbearbejdning under sektion 1 Jord og gødsning.

Formålet med seminaret var at præsentere og diskutere den nyeste forskning i de nordiske lande, at diskutere mulighederne for og problemerne ved anvendelse af reduceret jordbearbejdning i praktisk jordbrug samt at påpege eventuelle behov for yderligere forskningsindsats på området.

Der præsenteredes i alt 27 foredrag fordelt på 7 sessioner med relation til reduceret jordbearbejdning: markfysiske aspekter; markkemiske og -biologiske aspekter; sædskifte, plantepatologi og ukrudt; erfaringer fra forskellige dyrkningssystemer; maskinbehov og muligheder for energi- og arbejdsbesparelser samt økonomiske aspekter.

I seminaret deltog 74 deltagere, hvoraf 28 var fra Danmark, 17 fra Norge, 12 fra Finland og 17 fra Sverige.

Seminaret indeholdt en postersession og en ekskursion til Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm.

I den foreliggende rapport har vi den glæde at kunne publicere samtlige foredrag, der blev holdt på seminaret. Hermed udgør denne rapport en sammenfatning af størstedelen af den forsknings- og forsøgsvirksomhed, som hidtil er gennemført i Norden vedrørende reduceret jordbearbejdning. I rapporten er desuden nævnt de medvirkende i postersessionen og ved ekskursion. Endvidere indgår et kort sammendrag af diskussionerne.

Lorens Hansen

Karl J. Rasmussen



<u>Indholdsfortegnelse:</u>		side
OVERSIGTSFOREDRAG		
Tomas Rydberg	Några tankar kring den plöjningsfria odlingens framtidsutsikter	5
Lorens Hansen	Forskning og forsøg med reduceret jordbearbejdning i Danmark	8
Paavo Elonen	Reducerad jordarbetning Forskningen i Finland	17
Arnor Njøs og Trond Børresen	Redusert jordbearbeiding i Norge	24
Lennart Henriksson	Forskningen i Sverige	37
MARKFYSISKE ASPEKTER		
Per Schjønning	Jordfysiske og -mekaniske undersøgelser ved pløjefri dyrkning	38
Hugh Riley	Virkingen av redusert jordarbeiding på jordfysiske og jordkjemiske forhold	45
Erkki Aura	Inverkan av reducerad jordbearbetning på jordstruktur och markens dräneringsegenskaper	58
Tomas Rydberg	Plöjningsfri odling --- des inverkan på evaporationen	64
Trond Børresen	Virkingen av redusert jordarbeiding på jordtemperaturen	73
MARKKEMISKE OG -BIOLOGISKE ASPEKTER		
Jari Haukka	Effect of reduced cultivation on earthworms	83
Finn Eiland	Jordbearbejdningsmetoders indflydelse på de mikrobiologiske forhold i jorden	90
Lars Bakken	Jordbearbeiding: Virkning på anaerobitet og denitrifikasjon	101
Jørgen Djurhuus og Svend E. Simmelsgaard	N-udvaskning ved direkte såning	104
SÆDSKIFTE, PLANTEPATOLOGI OG UKRUDT		
Stina Olofsson og Bengt Wallgren	Förfruktsaspekter på direktsådd av höstvetete	111
Arne Jensen	Plantepatologiske aspekter ved pløjefri dyrkning	117
Søren Thorup	Ukrudtsbestanden ved pløjefri dyrkning	128

	side
DYRKNINGSMÄSSIGE ASPEKTER	
Torsten Cedell                      Direktsådd av oljeväxter	138
Lennart Henriksson                Direktsådd av stråsäd och vallväxter	148
Egil Ekeberg                        Utbytteresultater og dyrkningsmessige aspekter ved redusert jordarbeiding i Norge	154
Karl J. Rasmussen                 Udbytteresultater og dyrkningsmessige aspekter ved reduceret jordbearbejdning i Danmark	167
MASKINBEHOV OG MULIGHEDER FOR ENERGI OG ARBEJDSBESPARELSER	
Birger Danfors                     Orienterande undersökning över bränsleförbrukning och avverkning vid olika jordbearbetnings-system för såbädsberedning	174
Villy Nielsen                        Arbejdsbehov og energiforbrug ved reduceret jordbehandling	188
Hugh Riley                          Energi- og tidsforbrug ved forskjellige jord-arbeidingsystem	196
Aarne Pehkonen og Hannu Mikkola                     Teknologiska möjligheter att reducera jordbearbetning	207
ØKONOMISKE ASPEKTER	
Arne Serup Møller                  Driftsøkonomi og energieffektivitet ved reduceret jordbearbejdning	218
Egil Ekeberg                        Økonomisk vurdering av redusert jordbearbeiding i Norge	228
Lorens Hansen                      Sammenfattende betragtninger samt påpegning af forskningsbehov	236
POSTERUDSTILLERE OG MEDVIRKENDE VED EKSKURSION TIL SjøF, BYGHOLM	238
ADRESSLISTA TILL FÖRFATTARNA	239



## NÅGRA TANKAR KRING DEN PLÖJNINGSFRIA ODLINGENS FRAMTIDSUTSIKTER

Den plöjningsfria odlingen i Norden utgör idag endast ett komplement till den konventionella bearbetningen, men som sådant till stor hjälp och nytta för många lantbrukare. Den tillämpas framför allt till höstsådd och motivet är som regel att den konventionella tekniken vid dessa tillfällen är alltför tids- och energikrävande. I liten skala, främst i Danmark och i södra delarna av Sverige, utnyttjas också plöjningfri odling i erosionsbegränsande syfte. Under de senaste åren kan i Sverige även konstateras ett ökat intresse för plöjningsfri odling i strukturuppbyggande syfte på kapillära och struktursvaga mjälalättleror.

Vid plöjningsfri odling så förändras i stort sett samtliga effekter av markfysikaliska, markkemiska och markbiologiska tillväxtfaktorer, direkt eller indirekt. Vid den praktiska tillämpningen har någon hänsyn ej tagits därtill, utan tekniken har endast pressats in i det konventionella tänke- och bearbetningsförfarandet. Det är därför inte speciellt anmärkningsvärt att exempelvis packningsskador uppstått, att konventionella harvar och såmaskiner inte fungerat p.g.a. att skörderesterna ej plöjts ned, att ogräsmängden ökat och att växtföljdseffekterna delvis förändrats. Anmärkningsvärt är däremot att skörderesultaten i genomsnitt inte påverkats mer negativt samt att de i vissa situationer t.o.m. överträffat resultaten från det konventionella bearbetningssystemet (Se bif tabell).

Många markfysikaliska studier tillsammans med resultat och erfarenheter från försöksverksamheten har emellertid visat att den plöjningsfria odlingens potentiella möjligheter ytterst sällan utnyttjas optimalt i ett i övrigt konventionellt tillämpat bearbetnings- och odlingssystem. För att åstadkomma en reell förbättring av skörderesultaten och en ökad odlings-säkerhet med plöjningsfri odling så måste bearbetningstekniken och odlingsformerna därutöver i mycket större omfattning än vad som sker idag, utformas och anpassas till det faktum att jorden inte årligen plöjs, d.v.s. helhets-synen måste förbättras. Om så inte sker kommer den plöjningsfria odlingen för all framtid att enbart utgöra ett, i och för sig värdefullt, men storleksmässigt tämligen blygsamt alternativ till den konventionella bearbetningen.

Som ett första led i ansträngningarna att optimera resultaten och för att ge tekniken en ärlig chans bör det närmast följande arbetet inriktas på att minska de negativa effekterna av för stark jordpackning, att eliminera de

tekniska problemen vid såbäddsberedning och sådd samt på att finna lösningar som förhindrar en kraftigare uppförökning av ogräsen.

Vad beträffar jordpackningsproblemet så har den ökade kunskapen och medvetenheten om de negativa följderna av packning vid konventionell bearbetning bl.a. medfört att marknaden försetts med s.k. "lågprofildäck", vilka väsentligt reducerar marktrycket. Ett resultat som givetvis är mycket positivt även för den plöjningsfria odlingen, där i princip all packning måste betraktas som skadlig. Genom att kombinera såbäddsberedning och sådd med delst harvsådd och genom att använda lågprofildäck vid samtliga arbetsoperationer så skulle risken för packningsskador reduceras betydligt. För att ytterligare minska denna risk och för att därigenom också förbättra utsikterna för plöjningsfri odling i ett längre tidsperspektiv vore dessutom en utveckling mot överlag mindre och lättare maskiner önskvärd.

Vid plöjningsfri odling idag måste, för att tekniken skall fungera störningsfritt, skörderesterna i många fall bärgas eller brännas. Därigenom elimineras emellertid en av de största fördelarna med att inte plöja, nämligen den att om skörderesterna behålls i ytskiktet så minskas igenslamningen och förbättras vattenhushållningen. Såbäddsberedningen kan på ett mycket tillfredsställande sätt genomföras med en rotor- eller pendelharv i stort sett oberoende av mängden skörderester, men fortfarande kvarstår behovet av en lämpligare såteknik.

Ogräsfrågan kan förvisso lösas genom en ökad användning av kemiska medel; ett alternativ som enligt många bör ges mycket låg prioritet. Mer tilltalande framstår åtgärder såsom förbättrade växtföljder, en växtförädling som i större utsträckning än idag beaktar konkurrensförmåga, en vidareutveckling av den mekaniska ogräsbekämpningstekniken och undersökningar av möjligheter att utnyttja biologisk ogräsbekämpning.

Positivt för den plöjningsfria odlingens framtidsutsikter skulle, utöver vad som ovan redovisats, även vara att förbättra kunskapen om dess effekter på olika växtskadegörare samt att undersöka om påverkan av kemiska nedbrytningsprodukter förändras. Viss information kring dessa frågor kan hämtas från internationella arbeten, men skillnader i främst grödval, växtföljder och klimat innebär att resultaten som regel ej är direkt applicerbara på Nordiska förhållanden.

Den plöjningsfria odlingens framtidsutsikter och möjligheter för vidareutveckling borde likaledes gynnas av en allmänt ökad insikt om fördelarna med att i större utsträckning tillvarata de naturligt strukturupbyggande processerna för att komma tillrätta med negativa effekter, exempelvis plog-sulor och dålig strukturabilitet i ytskiktet, av konventionell bearbet-

ning.

Slutligen kan tilläggas att utsikterna för framgångsrik framtida tillämpning också torde förbättras av ett ökat nordiskt samarbete främsmt kanske på det maskintekniska området men även då det gäller att optimera hela bearbetnings- och odlingssystem.

Skörderesultat från försök med konventionell bearbetning och plöjningsfri odling i Sverige, 1975-1986, i kg/ha resp relativa tal.

Gröda	Antal skördeår	Medel- ålder	Konv. bearb.	Plöjnings- fri odling	Signif
<u>Höstvete</u>					
1. Totalt	92	2.6	5810	99	-
2. Efter korn	9	1.6	4480	97	-
3. Efter havre	15	3.3	5130	97	-
4. Efter oljeväxter	45	2.8	6630	100	-
5. Efter vete	9	1.2	3550	98	-
6. Efter ärter	8	1.9	6300	103	-
<u>Korn</u>					
1. Totalt	96	4.5	3990	97	**
2. Efter korn	30	4.1	3360	97	*
3. Efter havre	13	4.8	3760	104	*
4. Efter oljeväxter	6	4.7	4570	99	-
5. Efter vete	11	6.0	4360	96	-
<u>Havre</u>	46	4.4	4380	103	o
<u>Vårvete</u>	6	5.8	4610	100	-
<u>Höstoljeväxter</u>					
1. Totalt	30	2.2	2870	92	**
2. Halmen kvar	22	2.5	2910	91	**
3. Halmen bortförd	8	1.3	2270	97	-
<u>Våroljeväxter</u>	18	4.3	1920	96	-
<u>Sockerbetor t/ha</u>	11	5.0	47.8	93	-
<u>Potatis t/ha</u>	9	4.3	21.4	103	-

Signifikansnivåer: o)  $0.1 > P > 0.05$ ; \*)  $0.05 > P > 0.01$ ; \*\*)  $0.01 > P > 0.001$ .

## FORSKNING OG FORSØG MED REDUCERET JORDBEARBEJDNING I DANMARK

### I n d l e d n i n g

Pløjefri dyrkning med direkte såning praktiseres kun i ringe grad i Danmark. Mindre end 1 % af landbrugsarealet kan tilsås med specialsåmaskiner til direkte såning. Gennem de sidste 20 år har der dog været en stor interesse for reduceret jordbearbejdning. Landmanden ønsker at reducere både brændstofforbruget og arbejdsindsatsen. Samtidig ønskes udbyttene opretholdt, og dyrkningssikker skal bevares. Det økonomiske udbytte skal bevares eller helst stige.

Såvel praktiske jordbrugere som forsøgsvirksomhederne har arbejdet meget med at udvikle og tilpasse pløjefri dyrkning til danske dyrkningssystemer. Metodens ringe udbredelse skyldes bl.a., at maskininvestering og afskrivning er meget store. Samtidig må normalt konstateres en større årsvariation i udbytterne. Endnu er det ikke lykkedes at udvikle og tilpasse et maskinsystem til direkte såning under danske dyrkningsbetingelser. Der er fortsat behov for forsknings- og forsøgsarbejde på området - dels for at tilpasse systemet til praktisk jordbrug og dels til udforskning af den pløjefrie dyrkningsmetodes indflydelse på ukrudt, plantesygdom samt på jordbiologi, jordstruktur, humusomsætning og kvælstofomsætning.

### D y r k n i n g s b e t i n g e l s e r i D a n m a r k

Omfang og behov for jordbearbejdning er bestemt af klima, jordtype og afgrødevalg.

Klimaet i Danmark er som bekendt et fugtigt kystklima. Årets middeltemperatur er 7,9 °C og normalt med nogen frost i januar og februar måned. Årsnedbøren er i gennemsnit 660 mm med mest i Vestdanmark. I perioden april til juli er normalnedbøren 200 mm og middeltemperaturen 12,0 °C. På sandjorde i Vestdanmark vandes i stor udstrækning.

Omkring 62 % af landbrugsarealet er sandjord og kun 31 % er lerjorde med 10-20 % lerindhold, se tabel 1.

	<u>% ler &lt; 2 µm</u>	<u>1000 ha</u>	<u>%</u>
Grovsandet jord	< 5	820	24
Finsandet jord	< 5	340	10
Lerblandet sandjord	5-10	960	28
Sandblandet lerjord	10-15	840	24
Lerjord	15-25	240	7
Humusjord		250	7
Total		3450	100

Benyttelse af det dyrkede areal fremgår af tabel 2. Dyrkning af vårbyg har været meget dominerende. Omkring 1970 udgjorde bygarealet ca. 55 % af hele landbrugsarealet. De senere år er præget af stærk stigning i dyrkning af vintersæd, ærter og vårraps.

	<u>1000 ha</u>		<u>%</u>	
	<u>1970-74</u>	<u>1987</u>	<u>1970-74</u>	<u>1987</u>
Vinterhvede	122	402	4	14
Vinterrug	43	136	1,5	5
Vinterbyg	-	62	-	2
Vårbyg	1593	924	55	34
Ærter	13	207	-	7
Oliefrø	42	261	1,5	9
Rodfrugter	281	209	9	7
Græs	766	526	26	19
Andet	91	88	3	3
Total	2951	2815	100	100

### Forsøg med reduceret jordbearbejdning

Traditionel jordbearbejdning i korndyrkning er karakteriseret ved gentagne stubbehandlinger, der afsluttes med pløjning til 20-25 cm dybde. Der gennemføres såbedsharvning og radsåning. Dette sker i stigende grad med redskabskombinationer bestående af sammenkoblet harve og såmaskine.

Reduceret jordbearbejdning kan dels betyde, at antal bearbejdningsindskrænkes, og dels, at den maksimale behandlingsdybde mindskes. Konsekvensen bliver ofte, at der indføres pløjefri dyrkning enten ved direkte såning eller ved såbedstilberedning med harve og fræser.

I slutningen af 1960'erne var interessen knyttet til anvendelse af gramoxone og harvetandssåmaskiner. I 1970'erne vandt fræseren stor udbredelse, og i 1980'erne samler interessen sig om skiveskærsåmaskiner til direkte såning i ubehandlet stubjord.

Siden 1968 er gennemført et meget stort antal markforsøg med pløjefri dyrkning. Formålet har været at afprøve de nye tekniske muligheder samt undersøge reduceret jordbearbejdnings indflydelse på udbyttet af såvel vårsæd som vintersæd på forskellige jordtyper i Danmark.

I alle forsøg gøres iagttagelser over plantevækst, ukrudtsproblemer og plantesygdomme. I specielle forsøg undersøges arbejdsforbrug og brændstof-forbrug. I de nyere forsøg undersøges indflydelsen på jordkemiske, jordbiologiske og jordfysiske forhold. Der er således gennemført omfattende mikrobiologiske undersøgelser samt undersøgelser af regnorme. Jordfysiske og jordkemiske forhold undersøges, og der gennemføres studier af kvælstofudvaskning efter forskellige jordbearbejdningsmetoder.

Forsknings- og forsøgsarbejdet gennemføres hovedsagelig ved tre institutioner, hvis arbejde koordineres i et oftest uformelt samarbejde. De tre institutioner arbejder med forskellige delproblemer.

Statens jordbrugstekniske Forsøg anlægger fastliggende forsøg med store parceller på ca. 1 ha. Formålet er navnlig at undersøge besparelse i brændstof og arbejdsindsats ved reduceret jordbearbejdning.

De landøkonomiske Foreningers Rådgivningscenter gennemfører et stort antal markforsøg hos praktiske jordbrugere over hele landet. Forsøgene anlægges i småparceller dels som flerårige fastliggende forsøg, dels som enårige forsøg. Formålet er at bestemme udbyttet samt gennemføre undersøgelser over plantesygdomme og ukrudt. Forsøgene er ofte kombineret med forskellige kvælstofmængder.

Statens Planteavlsvforsøg gennemfører markforsøg - som regel på 1-5 lokaliteter. Forsøgene anlægges som fastliggende flerårige eller som enårige parcellforsøg. Ofte er forsøgene kombineret med flere kvælstofmængder, ligesom der indgår forsøgsled med halmomsætning og efterafgrøde. Formålet er at bestemme udbytte og udbyttevariation. Desuden gennemføres mere grundlæggende undersøgelser over planternes fremspiring og vækst. Forsøgene danner grundlag for studier af ukrudtsflora, regnorme og mikrobiologisk omsætning. Der gennemføres studier af jordstruktur, porøsitetsforhold og jordmekanik. Desuden følges de jordkemiske forhold - herunder undersøgelser af kvælstofomsætning og specielt kvælstoftab.

## Forsøgsserier med reduceret jordbearbejdning

I det følgende gives en skematisk oversigt over forsøgsserier med reduceret jordbearbejdning. Oversigten er givet for hver af de tre institutioner og er opstillet efter det år, hvor forsøget afsluttes. Desuden oplyses om antal afgrødeår, afgrøde og forsøgsbehandlinger.

### Statens jordbrugstekniske Forsøg

1. Reduceret jordbehandling  
Ørritslevgård 1972-80                      A.1 Alm. jordbehandling  
11 afgrødeår                                      A.2 Fræsning  
Fastliggende                                      B.1 Fræsning  
Hovedsagelig vårbyg                              B.2 Spaderulleharve  
    B.3 Tallerkenharve  
    B.4 Stubkultivator  
    B.5 Pløjning
  
2. Energiforbrug og arbejdsbehov ved direkte såning  
Bygholm 1981-86                              a. Alm. jordbehandling  
18 afgrødeår                                      b. Direkte såning  
Fastliggende  
Hvede/byg/vårraps

Ved Statens jordbrugstekniske Forsøg er således gennemført to større forsøgsserier i fastliggende markforsøg. Undersøgelserne viser klart, at der kan opnås en besparelse i brændstofforbruget og arbejdsbehovet ved pløjefri dyrkning og ved direkte såning.

### De landøkonomiske Foreningers Rådgivningscenter

1. Dyrkning uden jordbehandling  
1968-70    a. Alm. jordbearbejdning  
48 afgrødeår                                      b. Ital. rajgræs, pløjning  
Fastliggende                                      c. Gramoxone, harvesåning  
Vårbyg

Konklusionen i 1970 var, at metoden med direkte såning medfører stor risiko for opformering af ukrudt og navnlig kvik, og dyrkningssikkerheden bliver for ringe.

2. Pløjning efterår, forår eller manglende  
 1971-80 a. Ingen pløjning  
 103 afgrødeår b. Pløjning efterår  
 Eenårige c. Pløjning forår  
 Vårbyg

Pløjning efterår eller forår giver som hovedregel 1-2 hkg højere kerneudbytte end ingen pløjning.

3. Fræsning eller pløjning  
 1973-81 a. Alm. jordbearbejdning  
 49 afgrødeår b. Fræsning efterår  
 Fastliggende c. Fræsning efterår og forår  
 Vårbyg

Der konstateres store udbyttesvingninger mellem årene, og udbyttevariationen er størst efter fræsning, hvor udbyttet i gennemsnit er lidt lavere.

4. Grøngødning og pløjefri dyrkning  
 1977-82 a. Ingen efterafgrøde  
 106 afgrødeår b. Gul sennep  
 Fastliggende x. Pløjet  
 Vårbyg y. Upløjet

5. Pløjefri dyrkning  
 1977-83 a. Ingen pløjning  
 125 afgrødeår b. Efterårspløjning  
 Fastliggende  
 Hovedsagelig vårbyg

6. Direkte såning  
 1981-86 a. Alm. jordbearbejdning  
 26 vårbyg b. Direkte såning  
 24 vintersød c. Harvning + skivesåning  
 Fastliggende

Ved de landøkonomiske foreninger er gennemført 6 større forsøgsserier, heraf de fleste i fastliggende markforsøg. I alt foreligger udbytteresultater fra 457 afgrødeår i vårbyg og 24 afgrødeår i vintersød. I alle forsøgs-



serier kan udbyttet efter traditionel pløjning og såning sammenlignes med udbyttet efter reduceret bearbejdningsdybde eller direkte såning.

Reduceret bearbejdningsdybde giver som gennemsnit et lidt lavere udbytte i vårbyg. Årsvariationerne bliver større, og dyrkningssikkerheden der ved mindre. For vintersæd er udbyttenedgangen ringe.

### Statens Planteavlsvforsøg

Nedenstående er givet en oversigt over en række større forsøgsserier, hvor der ud over udbyttebestemmelse er foretaget omfattende undersøgelser af ukrudtsflora, jordbiologi, jordfysik og jordkemi. Alle forsøg var fastliggende, og der indgik forskellige kvælstofmængder.

#### 1. Minimal jordbearbejdning

1968-87	a. Alm. jordbearbejdning
3 lokaliteter	b. Ital. rajgræs, pløjning
42 afgrødeår	c. Ital. rajgræs, fræsning
Byg	d. Fræsning
	e. Harvning

#### 2. Behandlingsdybde om efteråret

1974-79	a. Pløjning 20 cm
5 lokaliteter	b. Pløjning 12 cm
29 afgrødeår	c. Fræsning 12 cm
Vårbyg	d. Fræsning 5 cm

#### 3. Reduceret jordbearbejdning og efterafgrøde

1974-82	a. Pløjning
5 lokaliteter	b. Fræsning
54 afgrødeår	x. Uden efterafgrøde
Vårbyg	y. Gul sennep

#### 4. Jordbearbejdningsmetoder på sandjord

1977-82	a. Alm. jordbearbejdning
2 lokaliteter	b. Gul sennep, fræsning
10 afgrødeår	c. Harvning
Vårbyg	d. Direkte såning

5. Halm og efterafgrøde

1980-86	a. Pløjning
5 lokaliteter	b. Fræsning
35 afgrødeår	x. Stubbearbejdning
Vårbyg	y. Halm
	z. Gul sennep
	æ. Halm + efterafgrøde

6. Direkte såning

1981-86	a. Alm. jordbearbejdning
5 lokaliteter	b. Direkte såning
25 vårsæd	c. Harvning + skivesåmaskine
13 vintersæd	d. Harvning + harvesåmaskine

Ved Statens Planteavlsvforsøg er også gennemført tre fastliggende forsøgsserier med reduceret jordbearbejdning på marskjord (svær lerjord). Desuden gennemføres en række enårige forsøg med pløjefri dyrkning og forskellige såmetoder

Ved Statens Planteavlsvforsøg er gennemført 6 større forsøgsserier plus en række mindre omfattende forsøg. I alt foreligger udbytteresultater fra 195 afgrødeår i vårbyg og 13 afgrødeår i vintersæd. Pløjefri dyrkning fører til udbyttenedgang i vårbyg og næsten uændret udbytte i vintersæd. Der er opnået en række spændende resultater vedrørende mikrobiologi, regnorme, jordstruktur og kvælstofudvaskning.

Statens Jordbrugsøkonomiske Institut

Instituttet har gennemført en driftsøkonomisk vurdering af reduceret jordbehandling. Beregningerne er foretaget på grundlag af datamateriale og resultater af markforsøg, der er gennemført af forannævnte tre institutioner i perioden 1981-86. I opgørelsen indregnes de øgede kapitalomkostninger og formindskede arbejds- og energiomkostninger. Reduceret jordbearbejdning medfører ingen øget indtjening i forhold til traditionel jordbearbejdning.

Fremtidige forsøg med pløjefri dyrkning

I 1986 er afsluttet en række større fastliggende forsøg med reduceret jordbearbejdning. Enkelte mindre forsøg opretholdes. I de nærmeste år vil der ikke blive gennemført større forsøgsprojekter med pløjefri dyrkning. Dog overvejes at starte 1-2 meget langvarige forsøg med systemforskning.

Pløjefri dyrkning får næppe større udbredelse som eneste dyrkningsmetode i Danmark. Men reduceret jordbearbejdning har fortsat væsentlig interesse, når afgrødevalg, jordtype og klima gør det muligt. Reduceret jordbearbejdning må kunne indgå i kombination med pløjning. I Danmark er nedlagt forbud mod halmbrending fra 1990; samtidig er givet påbud om, at 65 % af alle marker skal være grønne i efteråret. Dette kan opnås ved afgrøder, der høstes sent, ved såning af vintersæd eller ved udlæg af efterafgrøde. Endelig er der i Danmark forbud mod udbringning af flydende husdyrgødning i efterårsperioden. Al flydende gødning skal nedbringes inden 24 timer.

Disse mange ændringer i forudsætninger for jorddyrkning medfører, at forsøgsvirksomhederne hele tiden stilles over for spørgsmålet om at finde arbejdsbesparende metoder - herunder at vurdere mulighederne for reduceret jordbearbejdning.

#### L i t t e r a t u r

Andersen, A., 1987: Regnorme uddrevet med strøm i forsøg med direkte såning og pløjning. Tidsskr. Planteavl 91:3-14.

Andersen, A., 1987: Ukrudtsfloraen i forsøg med direkte såning og pløjning ved forskellige kvælstofniveauer. Tidsskr. Planteavl 91:243-254.

Andersen, A. og Jensen, M. B., 1983: Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 2. Bygplanternes morfologiske udvikling i relation til kvælstof. Tidsskr. Planteavl 87:217-236.

Andersen, C., Eiland, F. og Vinther, F. P., 1983: Økologiske undersøgelser af jordbundens mikroflora og fauna i dyrkningssystemer med reduceret jordbehandling, vårbyg og efterafgrøde. Tidsskr. Planteavl 87:257-296.

Hansen, L., Rasmussen, K. J. og Nielsen, C., 1980: Reduceret jordbehandling, efterafgrøde og nedbringning af halm ved bygdyrkning. Statens Planteavlsforsøg Medd. 1525.

Iversen, K. K. og Møller, A. S., 1987: Reduceret jordbehandling - driftsøkonomi og energieffektivitet. Rapport nr. 29, Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, pp 75.

Jessen, Th., 1984: Kalkning og pløjefri jordbehandling på svær klægjord. Tidsskr. Planteavl 88:133-139.

Nielsen, C. og Hansen, L., 1982: Reduceret jordbearbejdning på svær marskjord. Tidsskr. Planteavl 86:567-576.

Nielsen, V., 1981: Reduceret jordbehandling. Rapport nr. 1, Statens Jordbrugstekniske Forsøg, pp 82

Nielsen, V., 1982: Undersøgelser vedrørende reduceret jordbehandling. Beretning nr. 14, Statens Jordbrugstekniske Forsøg, pp 43

Nielsen, V., 1988: Energiforbrug og arbejdsbehov ved direkte såning og traditionel jordbehandling. Beretning nr. xx, Statens Jordbrugstekniske Forsøg (under trykning).

Olsen, J., 1970: Jordbehandling og sædskifteforsøg. Beretning om Fællesforsøg, s. 202-220.

Pedersen, C. Å., 1986: Jordbehandling. Oversigt over Landsforsøgene, s. 58-62.

Rasmussen, K. J., 1978: Reduceret jordbearbejdning til byg. Statens Planteavlsvforsøg, 1385. Medd.

Rasmussen, K. J., 1981: Reduceret jordbearbejdning ved monokultur i byg. Tidsskr. Planteavl 85:171-183.

Rasmussen, K. J., 1984: Jordbearbejdningsmetoder til vårbyg på sandjord. Tidsskr. Planteavl 88:443-452.

Rasmussen, K. J., 1988: Pløjning, direkte såning og reduceret jordbearbejdning til korn. Tidsskr. Planteavl 92: (under trykning).

Rasmussen, K. J. og Olsen, C. C., 1983: Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 1. Vækstbetingelser, jordfysiske målinger og udbytter ved ensidig byg og sædskiftebyg. Tidsskr. Planteavl 87:193-215.

Skriver, K., 1980: Jordbehandling. Oversigt over Landsforsøgene, s. 46-51.

Skriver, K., 1981: Jordbehandling. Oversigt over Landsforsøgene, s. 47-52.

Skriver, K., 1982: Jordbehandling. Oversigt over Landsforsøgene, s. 49-54.

Skriver, K., 1983: Jordbehandling. Oversigt over Landsforsøgene, s. 50-55.

Thorup, S. og Pinnerup, S. P., 1983: Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 3. Indflydelse på ukrudtsbestanden. Tidsskr. Planteavl 87: 237-256.

## REDUCERAD JORDBEARBETNING. FORSKNING I FINLAND

### Försök med 1-årig plöjningsfri odling

I Finland är höstperioden så kort, att under regniga höstar en del av åkrarna kan förbli oplöjda före vintertid. Forskare har redan på 1960-talet försökt utreda, hur oplöjda åkrar skall bearbetas på våren. Försöksled har varit: höstplöjning - vårplöjning - enbart vårharvning.

På oplöjda lerjordar rekommenderas vårplöjning inte, utan enbart vårharvning ger bättre resultat. På lättare jordarter är vårplöjning i vissa fall förmånligare. På kapillära mjäla- och finmojordar kan man med vårplöjning åstadkomma ett luckrare och varmare växtunderlag, som än en fördel speciellt i sockerbetsodling. På lättare jordar, där kvickrot är ett problem, rekommenderar vi också vårplöjning hellre än plöjningsfri odling.

### Fältförsök med långvarig plöjningsfri odling

På 1970-talet började reducerad jordbearbetning intressera mera. En orsak var oljekrisen. Med slopad plöjning är det möjligt att spara såväl energi som arbetstid. Dåförtiden tänkte man också utnyttja halmskörden, och halmens bärgning hjälper genomförandet av plöjningsfri odling.

År 1974 startade Statens lantbruksteknologiska forskningsanstalt långvarig försök, i vilka olika redskap för ersättning av plog i höstbearbetning jämföres. Resultat av dessa försök redogöres i ett annat sammanhang.

År 1979 påbörjade Lantbrukets forskningscentral fältförsök med långvarig plöjningsfri odling med vårsäd på 6 forskningsstationer. Dessa försök, som är fortfarande i gång, är rätt stora 3-faktorsförsök innehållande 48 försöksrutor. I det följande redogöres erfarenheter om plöjningsfri odling i Finland närmast på grund av denna försöksserien.

### Kvickrotsbekämpningens stora betydelse

Enligt finska försök är kvickrot kanske det största problemet i plöjningsfri odling. Om kvickrot har bekämpats med glyfosat vart tredje år, har man fått lika goda vårsädesskördar i plöjningsfri odling som i konventionell odling (Tabell 1).

Utan glyfosat har den plöjningsfria odlingen i medeltal under de 6 första försöksåren gett 3-5 % sämre skördar än den konventionella odlingen, då höstplöjningen har ersatts med höstkultivering eller -harvning. Då höstplöjningen har ersatts med enbart vårharvning, var den motsvarande skördesänkningen 8-9 %.

Kvickrotens betydelse blir större, då plöjningsfri odling fortsättes flera år. Denna sak framgår klart också i denna försöksserie. Om bara sådana

skördeår väljes, då kvickrot uppenbart började störa växten på de obesprutade försöksrutorna, var motsvarande skördesänkningar 8-9 % vid höstkultivering och 17 % vid enbart vårharvning (Tabell 2). Höstkultivering är således rätt effektiv mot kvickrot, men som en mekanisk kvickrotsbekämpningsmetod är höstplöjning överlägsen.

Kvickrotens kemiska bekämpning blir dyr. Ur miljöns synpunkt är en kemisk metod inte heller önskvärd.

### Halmbehandling

Enligt finska försöksresultat kan man lämna halmen kvar på marken i plöjningsfri odling av vårsäd. Resultatet är mycket önskvärt. Halmbärgande skulle betyda mycket extra arbete, extra jordpackande hjulspår och också transporter av humus och växtnäringsämnen. Halmbränning skulle betyda både extra arbete och miljörisker.

Man bör dock säga, att dessa finska försöksresultat är troligen för goda. Försöksrutorna har varit bara 40 m långa, och det har varit möjligt att rengöra harven och kombisåmaskinen efter varje 40 meters körning. Skörderester har speciellt under vårharvning samlat sig utanför försöksrutorna av plöjningsfri odling mycket rikligt.

Dessa erfarenheter visar, att halmbehandling är ett problem i plöjningsfri odling i praktiken. Halm betyder extra besvär i vårsädesodling och säkert ett ännu större problem i plöjningsfri odling av höstsäd.

### Bästa resultat på mjälrika leror

Den plöjningsfria odlingen har lyckats lite bättre på mjälrika leror än på styva leror med lägre mjälhalt (Tabell 3). Mjälrika leror kallas problem-leror. Deras skördenivå är vanligen lägre än skördenivån på andra leror. Skorpbildning före broddens uppkomst på våren och försommartorka är två skördesänkande faktorer på mjäliga lerjordar. Plöjningsfri odling kan minska dessa riskfaktorers inverkan.

### Lite lägre marktemperatur och tydligt större markfuktighet på såtiden

Efter 6 års plöjningsfria odling genomfördes ett rätt omfattande jordanalysprogram på alla försöksfält. På såtiden var matjorden lite kallare i rutorna av plöjningsfri odling än i plöjd mark (Tabell 4). Detta gällde alla försöksfält. I medeltal var differensen i marktemperatur 1 °C i både 5 cm:s och 10 cm:s djup.

Organiskt material på markytan har som känt en "mulch"-verkan och en temperatursänkande effekt. Temperaturdifferensen i matjordens översta del var dock relativt liten och kortvarig. Troligen har den ingen stor betydelse

på broddens uppkomst och växtbetingelser.

Den plöjningsfria odlingens inverkan på matjordens fuktighet under såtiden var däremot mycket tydlig på alla försöksfält (Fig. 1). I medeltal var matjordens vattenhalt i harvningsdjup ca 5 %-enheter högre i de oplöjda än plöjda fälten. Matjordens nedre del var dock tvärtom torrare i den oplöjda marken.

Skörderester på markytan minskar avsevärt markvattens evaporation. En annan faktor som verkar på jordens vattenhalt under såtiden är jordens tjäle och dess smältning. I Finland börjar såtiden vanligen snart efter tjälens smältning. Då är det möjligt, att det finns i plöjd mark fritt tjälens smältvatten i matjordens nedre del. I oplöjd mark är tjäle ytligare men kan dock smälta senare. Därför kan matjordens övre del på såtiden vara mycket fuktig i oplöjd mark.

Högre fuktighet i matjordens övre del kan försena vårbruk i synnerhet på ler- och mjälajordar. En tidig sådd är en mycket viktig växtfaktor under Finlands korta växtperiod. Därför är såtidens försening med ca 2-3 dagar en negativ faktor vid plöjningsfri odling. Å andra sidan är vårfuktens bättre varaktighet i oplöjd mark en fördel under försommarens torra.

#### Markytans högre humushalt och bättre aggregatstabilitet

Då vid plöjningsfri odling lämnas växtrester år efter år kvar på markytan, börjar markytans humushalt höjas. Detta för sin del befrämjar bildning av en gynnsam stabil aggregatstruktur.

Efter 6 års plöjningsfria odling var markytans (0-5 cm) humushalt i medeltal 0,6 %-enheter högre i de oplöjda än i de plöjda försöksrutorna (Tabell 5). Andelen vattenstabila aggregater hade också avsevärt ökats: mest på mjäligena leror. På dessa samma mjäligena leror var den plöjningsfria odlingens inverkan också bäst på vårsädesskördarna.

#### Jordpackningen och jordens mekaniska motstånd ökar i matjorden

Då matjorden inte årligen luckras med plöjning, börjar dess mellersta och nedre del förtätas. Efter 6 års plöjningsfria odling var volymvikten i matjordens mellersta och nedre del i medeltal ca 10 % högre än i den plöjda marken (Fig. 2). Detta motsvarar en sänkning i porvolymen med ca 4 %-enheter.

Samtidigt med ökning av matjordens volymvikt i plöjningsfri odling ökar också jordens mekaniska motstånd. Efter 6 års plöjningsfria odling var det mekaniska motståndet i 15-25 cm:s djup i medeltal ca 0,7 MPa högre än i de oplöjda rutorna (Fig. 3). Under 30 cm:s djup var det mekaniska motståndet tvärtom lite mindre i de oplöjda rutorna. Den gamla plogsulan i 30 cm:s djup lade dock fortfarande kvar efter 6 års plöjningsfria odling.

Jordpackning och ökning av mekaniskt motstånd är missförhållanden vid plöjningsfri odling, och detta problem skulle på något sätt lösas.

#### Inverkan på matjordens kemiska egenskaper

Vid plöjningsfri odling börjar humus och näringsämnen anrikas i matjordens översta skikt (0-5 cm) och motsvarande utarmas i dess nedre delar. I finska försök har detta också kunnat analyseras. Näringsämnes anrikning-utarmning fenomen är dock i Finland inte särskilt tydlig därför, att kombisåddtekniken, alltså placeringsgödslingen, användes allmänt i praktiken.

#### Direktsådd

Direktsådd är en metod, i vilken jordbearbetning är mest reducerad. I Södra Finland är jordbrukare intresserade av höstsädens direktsådd. Denna metod skulle avsevärt spara arbetstid, vilket under hastig skördesesong betyder mycket. En annan orsak till intresset är höstsädens korta och ofta regniga såtid, då sådden med den konventionella metoden kan bli besvärlig t.o.m. omöjlig. Under våta förhållanden fungerar direktsåmaskiner på oplöjda åkrar bättre.

Höstsädens direktsådd har för litet undersökts i Finland. En del av försök har misslyckats beroende på dåliga övervintringsförhållanden.

Efter några enstaka försöksresultat ser höstsädens direktsådd ut som en lovande metod (Tabell 6). Stubb och hackad halm på markytan kan ge skydd för brodden under vårvinterns kalla köldnattperioder. Särskilt höstvetets brodd kan efter snösmältning lätt bli skadad av hårda köldnätter och kalla vindiga dagar. I sådana förhållanden har direktsådd i ett försök givit klart bättre höstveteskörd än den konventionella metoden. I ett extremt fall under vårvintern 1987, då höstvetets brodd blev helt skadad på konventionella odlade försöksrutor, besparades brodden på direktsåddrutorna, där hackad halm hade lämnats på markytan (Tabell 7). Detta bevisar, att direktsådd kan i vissa fall förbättra höstsädens övervintring.

#### Sammandrag

Forskningen av reducerad jordbearbetning har också i Finland givit lovande resultat. Vid plöjningsfri odling är det möjligt att få lika goda vårsädesskördar som vid den konventionella odlingen, på mjälrika leror t.o.m. en aning bättre skördar. Detta förutsätter en effektiv kvickrotbekämpning. Den plöjningsfria odlingens andra nackdelar är: en liten försening i såtid, de av växtresterna orsakade störningar i vårbruk, jordpackningen i matjorden. För att eliminera dessa nackdelar skall forskningen fortsättas. Höstsädens direktsådd är också en lovande metod för Finlands svåra övervintringsförhållanden.



Tabell 1. Vårsädesskördarna, kg/ha (rel.tal), i medeltal av 36 skördeår på 6 försöksstationer i Södra Finland år 1980-85. Växtföljd: vete-havre-korn. Försöksserien med plöjningsfri odling på Lantbrukets forskningscentral (LFC).

Jordbearbetning	Halm-behandling	Kemisk kvickrotsbehandling	
		Obehandlad	Glyfosatbesprutning varje 3. år
Höstplöjning	kvar	3730 (100)	3750 (101)
	bort	3730 (100)	3760 (101)
Höstharvning eller -kultivering	kvar	3600 ( 97)	3730 (100)
	bort	3550 ( 95)	3720 (100)
Vårharvning eller -kultivering	kvar	3450 ( 92)	3710 ( 99)
	bort	3400 ( 91)	3730 (100)

Tabell 2. Vårsädesskördarna av försök med plöjningsfri odling i sådana fall då det förekom kvickrot på försöksfälten. Medeltal av 19 skördeår i Södra Finland, kg/ha (rel.-tal) (LFC).

Jordbearbetning	Halm-behandling	Kemisk kvickrotsbehandling	
		Obehandlad	Glyfosatbesprutning varje 3. år
Höstplöjning	kvar	4290 (100)	4280 (100)
	bort	4260 ( 99)	4300 (100)
Höstharvning eller -kultivering	kvar	3950 ( 92)	4210 ( 98)
	bort	3920 ( 91)	4220 ( 98)
Vårharvning eller -kultivering	kvar	3550 ( 83)	4160 ( 97)
	bort	3550 ( 83)	4210 ( 98)

Tabell 3. Plöjningsfri odling på olika försöksstationer och jordarter (LFC). Växtföljd vete-havre-korn, den hackade halmen har lämnats kvar, kemisk kvickrotsbekämpning med glyfosat. Medeltal av vårsädesskördarna av 6 år 1980-85, kg/ha (rel.tal).

Försöksstation (fs)	Jordart (Kornstorleksfördelning, %: ler+mjåla+grövre)	Höstplöjning	Höstharvning eller -kultivering
1. Jokioinen, LFC	mellanlera/styv lera (42+22+36)	4820 (100)	4760 ( 99)
2. Sydvästra Finlands fs	mycket styv lera (63+22+15)	4400 (100)	4180 ( 95)
3. Kymmenedalens fs	mjällig styv lera (48+35+17)	2600 (100)	2620 (101)
4. Satakundas fs	lättlera/mellanlera (27+36+37)	4020 (100)	4070 (101)
5. Satakunda-Tavastlands fs	lättlera/mjällera (29+47+24)	2850 (100)	3000 (105)
6. Tavastlands fs	grovmo ( 6+ 8+86)	3800 (100)	3730 ( 98)

Tabell 4. Säbäddens temperatur omedelbart efter sädd på försöksfälten av plöjningsfri odling år 1985 (LFC). Den hackade halmen har lämnats kvar; de oplöjda försöksrutorna har kultiverats eller harvats på hösten.

Försöksstation (fs) Jordart	Sätid	°C/5 cm		°C/10 cm	
		plöjd	oplöjd	plöjd	oplöjd
1. Kymmedalens fs mjällig styv lera	20.5.	11,5	10,9	10,1	9,9
2. Jokioinen (LFC) styvlera	23.5.	10,4	9,1	7,2	6,1
3. Sydvästra Finlands fs mycket styv lera	27.5.	20,0	19,1	14,9	14,3
4. Tavastlands fs grov mo	28.5.	23,9	21,8	19,1	16,8
5. Satakundas fs lättlera	29.5.	23,1	22,5	17,6	16,8
6. Satakunda-Tavastlands fs, mjällera	30.5.	16,9	16,3	15,5	14,3

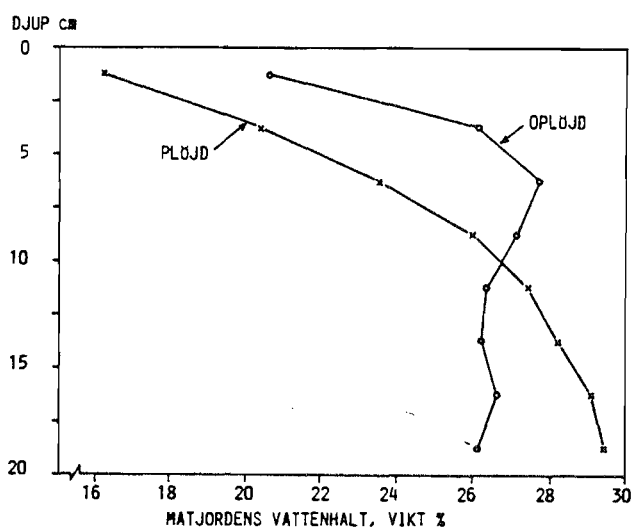


Fig. 1. Matjordens vattennhalt omedelbart efter sädden som medelvärden av 6 försöksfält på våren 1985, då den plöjningsfri odlingen hade fortsatt 6 år. De hackade halmskördarna har varje höst lämnats kvar på marken. De oplöjda försöksrutorna har kultiverats eller harvats på höstarna.

Tabell 5. Inverkan av plöjningsfri odling (höstkultivering eller harvning) på säbäddens (0-5 cm) humushalt och aggregatstabilitet efter 6 års odling. Den hackade halmen har varje år lämnats kvar på marken.

Jordart (Kornfördelning, %: ler+mjäll+grövre)	Humushalt, %		Andel vattenstabila aggregater, %	
	(1.72 x Org. C)			
	plöjd	oplöjd	plöjd	oplöjd
1. Mycket styv lera (63+22+15)	3,8	4,2	12,4	12,9
2. Mjällig styv lera (48+35+17)	3,3	4,5	8,6	16,1
3. Mellanlera (42+22+36)	4,5	4,7	21,0	27,6
4. Mjällig mellanlera (27+36+37)	4,6	5,2	3,0	7,0
5. Mjällera (29+47+24)	4,6	5,5	1,5	9,2

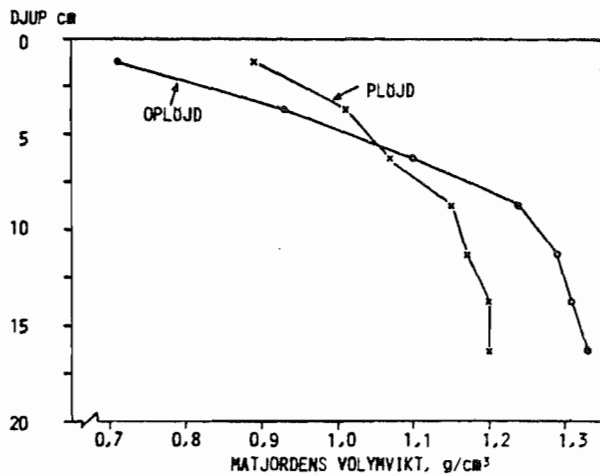


Fig 2. Inverkan av plöjningsfri odling på matjordens volymvikt efter 6 års odling. Situationen i medeltal på 6 försöksfält på våren 1985 omedelbart efter säderna. De oplöjda rutorna har kultiverats eller harvats på hostarna.

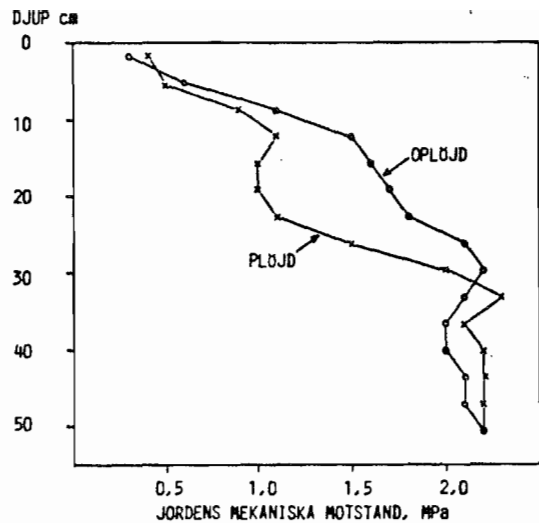


Fig 3. Inverkan av plöjningsfri odling på jordens mekaniska motstånd efter 6 års odling. Penetrometerbestämningarna har utförts på hösten 1985, då alla 6 försöksfält var fuktiga. Figuren visar situationen i medeltal av dessa fält.

Tabell 6. Försök med reducerad jordbearbetning för höstvetete på en styv lera i Jokioinen 1985-86. Förväxtens halmskörb bortförts. Veteskördarna kg/ha (rel.tal). (Våren 1985 kall och torr, våren 1986 fördelaktig).

Försöksled	Året 1984/85 efter korn	Året 1985/86 efter höstvetete
1. Normal höstplöjning + harvning	3880 (100)	5580 (100)
2. Stubbearbetning med kultivator + harv	3880 (100)	5080 ( 91)
3. Direktsädd utan bearbetning	5130 (132)	4900 ( 88)

Tabell 7. Resultat av direktsädd med höstråg och -vete på Jokioinens mojord under extrema förhållanden 1986/87, då för den kalla vartidens skull höstvetets övervintring nästan helt misslyckades. Kärnskördarna kg/ha (efter opublicerade data av S. Pulli, LFC).

Växt	Såtid 1986	Odlingsmetod	Halmbehandling av förväxt (korn)		
			hackad	bergad	brand
Höstråg	15.8.	Plöjning + harvning	4710	3970	4670
		Direktsädd	4210	4120	5020
	5.9.	Plöjning + harvning	3440	3470	3350
		Direktsädd	3880	3520	4930
Höstvete	15.8.	Plöjning + harvning	0	0	0
		Direktsädd	4090	4140	2400
	5.9.	Plöjning + harvning	0	0	0
		Direktsädd	4520	3770	2520

## REDUSERT JORDARBEIDING I NORGE

ARNOR NJØS OG TROND BØRRESEN

### Innledning

Pløying med veltefjølsplog ble en nødvendig metode for jordarbeiding da den ordnede vekstfølgen med veksling mellom åker og eng slo gjennom i Europa. Vendingen av grastorva var den eneste metoden som var effektiv for å hindre at engvekstene ble ugras i det første åkeråret.

Den allsidige vekstfølgen, kjent bl.a. som Norfolk-omløpet i England, var en vernende dyrkingsmetode. I vår tid med kanalisering i korn- og husdyrområder, er jorderosjonen blitt et problem i kornområdene, mens forurensing med næringsstoffer er et problem i husdyrområdene.

Jordarbeiding er et nødvendig tiltak for å lage et såbed. I det vesentlige er den fortsatt også nødvendig for å gi åkervekstene en vokseplass som er mest mulig fri for konkurranse fra ugras.

Allerede i 1938 brukte Russell & Keen uttrykket minimal jordbearbeiding og i 1941 rapporterte de om et forsøk på Rothamsted der plog, kultivator og fres ble sammenlignet. Å erstatte plogen med kultivator beskrives imidlertid allerede under 1. verdenskrig av Holldack (1918).

I de siste 20 - 30 år har mye av jordarbeidingsforskningen vært rettet inn på "så lite som mulig, så mye som nødvendig". Faulkner (1943) skrev "Plowman's Folly", og i 1950-årene kom de ulike plow-plant-metodene i USA, hovedsakelig tilpasset maisdyrking. I Europa ble det for alvor fart på minimalarbeiding til korn i 1970-årene.

I Norge utførte Ødelien og Bjørkum de første forsøk med redusert jordarbeiding i 1943. (Ødelien & Bjørkum, 1958). Forsøkene var

ettårige og potet var forgrøde. Det var positivt avlingsutslag for redusert jordarbeiding i tre av fire forsøk.

### Forsøksplaner

I denne rapporten vil det bli lagt vekt på to typer behandlinger, redusert jordarbeiding, der pløying er erstattet med harving eller fresing, og direkte-såing.

### Forsøksmateriale

De institusjoner som har utført jordarbeidingsforsøk av denne typen er i det vesentlige Norges landbrukshøgskole ved Institutt for jordfag (seksjon jordkultur) og Statens forskingsstasjoner Kise, Løken, Kvithamar, Fureneset, Vågønes og Holt. De fleste forsøkene har vært lagt ut i lokale forsøksringer. Materialet er gruppert etter to hovedvekster, eng og korn.

### Etablering av eng

I eng er det én serie som gjelder såing med spesiell grassåmaskin, utviklet ved Industriservice, Sykkylven. Her blir det freset 1 - 2 cm spor i grasvoll (gammel eng eller vinterskadd eng). Sålabbene går bak fresehjula, med radavstand 12,5 cm. Arbeidsbredde er 2,5 m, vekt omlag 700 kg. Nesheim (1984) beskriver 5 forsøksfelter (3 ved Bodø, 1 i Sortland, 1 i Tromsø), der engalderen varierer. På tre av feltene, med plantedekke av gammel eng fra 25 - 40 prosent opp til 80 - 90 prosent, var plantetallet for isådde vekster langt mindre enn der dekingen av gammel eng var 0 - 10 prosent.

I tabell 1 er vist høyde av bygg (grønnfôr) 6 uker etter såing.

Tabell 1 Høyde av bygg i cm, 6 uker etter såing

Felt	Dekking ved såing	Høyde av bygg
1	80 - 90 %	15 cm
4	45 - 65 %	55 cm
5	0 - 10 %	60 cm

Tromling etter såing økte plantetallet for timotei, kløver og bygg på felt 4 og 5.

Nesheim hevder at glyfosatsprøyting stort sett er nødvendig for å stoppe konkurransen fra gammel plantebestand dersom en skal bruke en slik direktesåingsmetode.

I en annen forsøksserie under SF Vågønes med vårsåing var det behandlet med glyfosatsprøyting høsten i forveien. For 2 forsøksfelter på SF Vågønes og SF Fureneset var avlingen det første året på vårsådde ledd mindre enn urørt gammel eng. I år 2 var det størst avling på nysådd eng og små forskjeller mellom behandlinger (pløying, harving, radsåing - grunn harving, radsåing-direktesåing med fresemaskin).

I en forsøksserie med høstsåing etter glyfosatsprøyting på 5 forsøksfelter på SF Fureneset, SF Løken, SF Holt og SF Vågønes (2 forsøk) var det stor forskjell mellom feltene. I middel for to forsøksfelter på SF Vågønes ved Bodø var avlingene for de samme tre behandlingene som i foregående serie 90 - 85 % av avlingen for den urørte enga. For et felt på SF Fureneset var avlingen for de tre sådde leddene 15 prosent høyere enn for urørt eng. Men på SF Løken og SF Holt, der dekningsgraden for tunrapp og revehale var 65 - 70 %, var avlingsnivået for de tre behandlingene rundt 50 % av urørt eng. Det var to høsteår for alle felter.

Opplysningene om de to siste seriene er gitt av L. Nesheim ved SF Vågønes. (Pers. meld.)

Timenes (1985) har beskrevet forsøk på Sør-og Vestlandet i perioden 1975-81 med ulike behandlinger for omlegging av gammel eng. I en serie med overflatebehandling med MCPA og ompløying var det i løpet av en fempårsperiode en avlingsøkning på 10-20 prosent for ompløying. Dette gjaldt engåra, men avlingstapet i gjenleggsåret var stort. Her var ugrasmengden bare 25-30 %. Fornying med ompløying vil sjelden svare seg under slike forhold. I fire forsøksserier med kjemisk brakking (glyfosat, paraquat eller dalapon), grunn jordarbeiding og frøsaing ble det lagt ut i alt 50

forsøksfelter under SF Særheim og SF Furneset i 1975-81. Avlingsgevinsten ved fornying var liten. Dette skyldtes først og fremst at den gamle enga var av god kvalitet.

En sammenfatning for engfeltene viser at konkurranse fra gammelt plantedekke er en avgjørende faktor for resultat av behandlingene, og at fjerning av denne konkurransen er nødvendig dersom en vil ha rask tilvekst av nysådde vekster.

#### Forsøk i korn

##### a. Redusert jordarbeiding til korn i Midt-Norge

I en forsøksserie under SF Kvithammar var det følgende resultater etter opplysninger fra Helge Oskarsen. (Pers. meld.). Her gjengis forsøksplanen:

Tillaging av såbed uten høstpløying:

- A. Vårpløying, slodding 1 gang, kulturharving 1 gang
- B. Djup stubbharving 1 gang, kulturharving 1 - 2 ganger
- C. Djup skålharving 1 gang, kulturharving 1 - 2 ganger
- D. Kulturharving 2 - 3 ganger

Antall felter: 4. Jordart: Stiv leire - moldrik, siltig sand.

På feltet med stiv leire var det signifikant mindre kornavling for C og D i forhold til A. B var ikke med på dette feltet. C var 66 % av A, og D var 75 % av A.

Også på de andre feltene i Midt-Norge var harveleddene klart underlegne pløyeleddet med hensyn til kornavling. Denne tendensen var sterkest for den mest leirholdige jorda.

##### b. Redusert jordarbeiding til korn på Østlandet

###### 1. Forsøk under SF Kise

Ekeberg (1985) og Ekeberg et al. (1985) har gjennomgått en del forsøksresultater med redusert jordarbeiding.

I en forsøksserie med 5 felter og i alt 21 høstear på Østlandet i perioden 1976 - 84 var det følgende forsøksledd:

Storruter	Ikke pløying - Pløying
Mellomruter	Ikke høstharving-Kryssharving (2 ganger)
Småruter	Ingen vårarbeiding Slodding Slodding og 1 harving Slodding og 2 harvinger

Alle forsøksfeltene var plassert på leirjord.

#### Resultater:

Oppstarting om våren gikk raskere på pløyd enn på upløyd jord. Stubbharving om høsten påskyndet opptørking av upløyd jord. Avlingen gikk ned ca 4 % ved høstharving av pløyd jord. Ingen jordarbeiding førte til økt kvekemengde og redusert avling. Harving virket til å gi tidligere modning. I upløyd jord var det en økning i moldinnhold, P og K i øvre sjikt, mens pH gikk ned. Harving høst og vår senket porevolumet og luftledningsevnen og øket tettheten. Ekeberg (pers. meld.) opplyser ellers at i det fuktige året 1987 var det størst avling av korn ved tradisjonell jordarbeiding, altså med pløying.

Riley (1986) har beskrevet forsøk med løsning av jord med "paraplow" etter redusert jordarbeiding på siltjord og siltig mellomleire i Sørøst-Norge. I seks forsøk var det økt avling etter bruk av paraplow, i tre forsøk avlingsnedgang.

#### 2. Forsøk ved Institutt for jordfag, Ås-NLH

Njøs (1977) viste at pløyefri jordarbeiding ga brukbare kornavlinger, der det ikke var problemer med kveke som ugras.

I tabell 2 etter Marti (1984) er gitt noen avlingsresultater fra en forsøksserie på Sørøstlandet i perioden 1975 - 1982.



Tabell 2 Kornavlinger i forsøk med redusert jordarbeiding  
e. Marti (1984)

Sted	Jordart	Varighet	Korn t/ha				
			Pløying			Stubbarb.	
			Upl.	Høst	Vår	Nei	Ja
Kirkenær	Siltig finsand	3 år	3,5	3,8	3,7	3,7	3,7
Våler	Sandig silt	5 år	4,2	4,2	4,3	4,3a	4,2b
Rakkestad	Lettleire	7 år	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Undrumsdal	Siltig lettleire	4 år	4,9	4,8	5,0	4,9	4,9
Vestby	Siltig mellomleire	6 år	5,1	5,2	5,2	5,1	5,2
Torpedalen	Siltig mellomleire	4 år	4,5a	5,2b	5,0b	4,9	4,9
Vestfossen	Stiv leire	5 år	4,7	4,6	4,7	4,8a	4,6b
Løken	Stiv leire	2 år	3,6	4,0	3,9	3,8	3,8
Ørje	Stiv leire	7 år	2,4a	4,3b	3,9b	3,6	3,6
Middel			4,2	4,5	4,5	4,4	4,4

Det var signifikant forskjell mellom pløyd og upløyd på to felter, Torpedalen og Ørje. For stubbharving var det to felter, Våler og Vestfossen der stubbharving virket signifikant negativt på avlingene.

I forsøket i Ørje var hovedårsaken til mindre avling for upløyd enn for pløyd, at det ikke lyktes å mestre ugraset, spesielt kveke. For den delen av materialet - i alt 34 høstinger - der det var mindre enn 10 % ugras, var det svært små forskjeller mellom pløyebehandlingene. I år med tørr sommer var avlingene størst der det ikke var pløyd, forutsatt lite ugras, mens forholdet var omvendt i år med mye nedbør og kjølig vær i juni/juli. Vårpløying ga størst avling på siltjord. I jordlaget 0 - 10 cm var porevolumet, og spesielt volumet av store porer, lavest der det ikke var pløyd. I upløyd jord var det stor fasthet. Trykkfastheten var 50 % større enn der det var pløyd. Høstpløying skapte de sikreste mulighetene for et fint såbed. Vannstabiliteten av aggregatene var større i upløyd enn i pløyd jord. Organisk materiale, P og K var større i det øvre sjiktet i upløyd enn i pløyd jord. Rotlengden og rotmengden var større for pløyd enn upløyd jord.

Røyneberg (1983) har i en hovedoppgave sett på virkningen av harving som eneste jordarbeiding om høsten i et langvarig forsøk med N x jordarbeiding på stiv leire i Tune, Østfold.

De kjemiske analysene viste økt innhold av organisk materiale, P, K, C og N i upløyd jord i 0 - 5 cm dybde, sammenlignet med pløyd jord. I 10 - 20 cm dybde var det mest K og P der det var pløyd. Aggregatstabiliteten var høyest der det ikke var pløyd. Jorda på de upløydde rutene hadde også størst fasthet. På dette feltet var det i middel for seks år 2 prosent større avling for upløyd enn for pløyd.

Sommeren 1982 utførte Røyneberg en intervjuundersøkelse hos 23 gårdbrukere med i alt 733 ha dyrket jord, alle med redusert jordarbeiding. Syv av brukerne praktiserte pløyefri jordarbeiding på hele arealet, ni unnlot å pløye deler av arealet og syv pløyde om igjen de upløydde arealene i visse tilfelle. De mest vanlige jordarbeidingsredskapene hos de 23 brukerne var kultivator eller kultivator og freser. Over halvparten av brukerne mente at upløyd jord hadde større bæreevne og seinere opptørking, og at det var jammere spiring. Over halvparten brukte tvillingdekk eller brede lavprofildekk på traktoren.

#### c. Forsøk med direktesåing på Østlandet

I en forsøksserie med redusert jordarbeiding til korn, poteter og korsblomstrede vekster på morenejord (Ekeberg 1987) var det med et forsøksledd med null-arbeiding. Materialet besto av to fastliggende forsøk på forsøksgården Kise der de ulike vekstene gikk inn i et omløp. I korn var det i middel ingen forskjeller mellom de tre behandlingene, tradisjonell jordarbeiding (med pløying), harving og null-arbeiding. I et tørt år, 1982, var det størst avling ved harving og i et annet tørt år, 1983, minst avling der det var pløyd. Sådybden var størst ved pløying og minst ved null-arbeiding. Legdeprosenten var størst etter harving, minst etter pløying. Vanninnholdet ved modning var minst etter pløying. Det ble ikke registrert soppsykdommer.

I poteter var det positiv korrelasjon mellom nedbørdefisitt juni - august og avlingsøkning for harving og null-arbeiding i forhold til tradisjonell arbeiding med pløying. Tørrstoffinnholdet i

knollene var størst ved tradisjonell arbeiding. Null-arbeiding førte til økt aggregatstørrelse, høyere vanninnhold i jorda og mindre knolldybde enn jordarbeiding med pløying.

I kålrot var det i tørre år størst avling for redusert jordarbeiding. Pløying førte til tidligere utvikling av blomkål og større tørrstoffprosent i kålrot.

I en forsøksserie med halmbehandling og redusert jordarbeiding (Riley 1983 a) var det små forskjeller på morenejord. På leirjord og siltjord var brenning eller fjerning av halmen mer fordelaktig for avlingsstørrelsen enn å la halmrestene ligge igjen. I tabell 3 er vist resultatene fra leirjord.

Tabell 3. Halmbehandling og jordarbeiding til korn på planert leirjord Romerike 1980-82, t korn/ha

Halmbehandling	Jordarbeiding		
	Pløyd Harvet	Upløyd Harvet	Direkte-sådd
Brent	3,1	3,0	3,2
Fjernet	3,2	2,8	2,5
Hakket	2,9	2,3	1,6
Uten stubbarbeid	3,2	2,5	2,1
Med stubbarbeid	3,0	2,9	2,8

Vi ser av tabell 3 at de store forskjellene forekommer etter direktesåing, både for halmbehandling og stubbarbeiding.

De jordfysiske målingene viste at oppløyd jord hadde grovere aggregater, noe større vanninnhold og noe mindre sådybde enn pløyd jord. (Riley, 1983 b). På oppløyd jord var det mindre totalt porevolum og mindre av porer større enn 30  $\mu\text{m}$ . På leir- og siltjord var det i oppløyd jord svært små verdier for luftfylt porevolum og luftledningsevne ved  $pF$  2, spesielt i 11 - 16 cm dybde.

Ekeberg og Riley (unpubl.) har vist at radgjødsling har betydelig positiv virkning ved direktesåing.

Riley, (1985) prøvde en trippelskål-såmaskin med radavstand 17,5 cm og sammenlignet den med en slepelabbsåmaskin med radavstand 11- 13 cm på lattleire (morenejord), silt og siltig mellomleire. Det mindre plantetallet ved bruk av trippelskålmaskinen kunne ikke oppveies ved sterkere busking. Det var ikke entydige forskjeller i kornavling mellom maskiner. Et interessant resultat var at tidlig såing (i første halvdel av mai) på siltjord førte til stort avlingstap. På morenejord ga tidlig såing størst avling.

Glesaaen (1987) utførte en spørreundersøkelse over direktesåing i Østfold fylke. Det kom inn svar fra 30 gårdbrukere. Halvparten hadde prøvd metoden i ett år og en tredel i 2 år, resten i 3 - 6 år. Det direktesådde arealet økte fra 7,5 ha i 1981 til 274 ha i 1984. Undersøkelsen gjaldt høsthvete, stort sett med havre som forgrøde.

Fire gårdbrukere hadde leid maskin, to hadde kjøpt alene (for leiekjøring), og resten eide maskiner i fellesskap (fire eller fem pr maskin). Av de 30 som svarte, var det 26 som brukte MF 130 trippelskål kombidirektesåmaskin. Halvparten av de spurte mente de fikk sådd høsthveten 8 dager tidligere ved å bruke direktesåmaskin. Alle gårdbrukerne brente eller fjernet halmen før såing. Kveke- og balderbråmengden økte etter direktesåing. Arbeidssparing ble sett som det positive ved metoden, samt at det ble mindre erosjon og at høsthveten tålte tørkeperioder bedre.

Glesaaen (1987) har også gjort rede for to jordarbeidingsforsøk, ett på mellomleire i Tune, med direkte såing i omløp, og ett på siltig lattleire i Ås, med jordarbeidingsssystemer og halmbehandling. Etter direktesåing var det om våren høyere jordfuktighet i 0 - 10 cm dybde på begge felter. Luftvolumet i 2 - 7 cm dybde var redusert etter direktesåing og i 20 - 25 cm dybde etter pløying.

På mellomleire var det i middel 8 % lavere avling av korn ved årlig direktesåing og 6 % lavere avling etter direktesåing i veksling med tradisjonell jordarbeiding, begge i forhold til

årlig pløying. På siltig lettleire var det i middel for 1985 og 1986 11 % høyere avling etter direktesåing enn etter pløying.

Njøs og Hove (1984) fant i et erosjonsforsøk på siltig mellomleire med 12,5 % helling i Ås at jordtapet for brakk uten plantevekst: pløyd åker med korn: upløyd åker med korn: eng forholdt seg som 100:12:7:1. I en senere periode (Njøs og Hove 1986) var dette forholdet 100:28:8:0,5.

Børresen, (1986) målte temperaturen og vanninnholdet i jorda i to vekstsesonger, 1983 og 1984 i et feltforsøk på lettleire. Det var halmmengden på overflaten som betydde mest for begge disse parametrene. Resultater fra målingen av jordtemperatur vil bli lagt fram i et eget innlegg ved dette seminaret (Børresen 1988). Forskjellen i avlingene var under 5 % i disse forsøkene. Målingene av jordfuktigheten ga små utslag fordi nedbøren var relativt rikelig og jevnt fordelt i vekstsesongen. Målingene av jordtetthet og porevolum vår og høst viste at selv om pløyd jord hadde større porevolum og lavere jordtetthet enn upløyd jord om våren, var disse forskjellene nærmest borte om høsten.

### Avslutning

De norske forsøkene med redusert jordarbeiding og direkte såing har gitt resultater som tyder på at det er mulig å sløyfe pløying. Fornyng av gammel eng er ikke uten videre lønnsomt. Konkurransen av ugras og eventuelt mindreverdige gras er avgjørende for resultatet av jordbehandlingen. Hvis en ikke vender jorda ved pløying, vil en eller annen form for kjemisk brakking være nødvendig for å oppnå tett bestand av nysådde engvekster. Dersom plantedekket i den gamle enga er bra, og avlingsnivået er høgt, vil det ikke lønne seg å legg om. Ved korndyrking kan mye nedbør om høsten gi pakkings- og kjøreskader som er vanskelig å mestre ved plogfri jordarbeiding. I et fuktig klima konkurrerer også kveke bedre mot nyttevekstene enn i et tørt klima. Jorda må være fri for kveke når en går over til jordarbeiding uten pløying.

I norsk landbruk vil kvalitet av miljø og avling bli tillagt stor vekt i årene som kommer. Når det gjelder miljøbelastning og jord-

arbeiding, er vi inne i et lite paradoks. Redusert jordarbeiding og direkte såing reduserer jorderosjonen, men kan kreve økt bruk av kjemiske ugrasmidler.

Hvis vi skal ta hensyn til alle disse forholdene, må vi ha jordarbeidingssystemer som er fleksible. Jordarbeidinga må planlegges helt ned på skiftenivå hos den enkelte bruker (som gjødselplanlegging i dag). Bare på denne måten kan både det totale jordtapet, og det totale forbruket av kjemiske ugrasmidler reduseres mest mulig, samtidig som avlingsnivået og det økonomiske utbyttet holdes oppe på et rimelig nivå.

## LITTERATUR

Børresen, T. 1986. Tre jordarbeidingsystemer for korn kombinert med ulik pakking og halmdekking. Virkning på avling, jordtemperatur og fysiske egenskaper på leirjord i Ås og Tune, 1983 - 1984. Dr. scient. avhandling ved Norges landbrukshøgskole.

Børresen, T. 1988. Virkningen av redusert jordarbeiding på jordtemperaturen. NJF-seminar nr. 130. Reduseret jordbearbejding, 9-11 februar 1988, Bygholm, Danmark

Ekeberg, E. 1985. Autumn and spring tillage for spring cereals. Forsk. Fors. Landbr. 36:133-139.

Ekeberg, E. 1987. Reduced tillage on loam soil. I - III. Norsk landbruksforskning 1:1-21.

Ekeberg, E., H. Riley & A. Njøs. 1985. Plogfri jordarbeiding til vårkorn. I Avling og kveke. Forsk. Fors. Landbr. 36:45-51.

Faulkner, E.H. 1943. Plowman's Folly. Grosset og Dunlap. N.Y.

Glesaaen, A.I. (1987). Direktesåing av korn. Virkning av ulike jordarbeidingsystemer på avling og fysiske forhold i jorda. Hovedoppgave NLH. 111 s.

Holldack, L. 1918. Die Kulturmethode Jean. Mitt. d. DLG 19: 280-282; 21: 313-314; 22: 325-328.

Marti, M. 1984. Kontinuierlicher Getreidebau ohne Pflug in Südosten Norwegens - Wirkung auf Ertrag, physikalische und chemische Bodenparameter Dr. scientavhandling ved Norges landbrukshøgskole ISBN 82-576-3502-2.

Nesheim, L. 1984. Prøving av norsk såmaskin for direkte såing i grasmark. Rapport frå Utval for forskning innan'dyrking av fôrvekstar. 11 s.

- Njøs, A. 1977. Plogfri jordarbeiding. Norsk landbruk 6/77. Særtrykk 152. Institutt for jordkultur, NLH. 4 s.
- Njøs, A. & P. Hove. 1984. Erosjonsundersøkelser - Vannerosjon. NLVF. Sluttrapport 496. 12 s.
- Njøs, A. & P. Hove 1986. Erosjonsundersøkelser - Vannerosjon I og II. NLVF. Sluttrapport 655. 12 s.
- Riley, H. 1983 a. Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter. I. Avlinger og ugrasmengder. Forsk. Fors. Landbr. 34:209-219.
- Riley, H. 1983 b. Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter. II - Jordfysiske forhold. Forsk. Fors. Landbr. 34:221-228.
- Riley, H. 1985. Redusert jordarbeiding til vårkorn. Ulike såmaskiner og såtider. Forsk. Fors. Landbr. 36:61-70.
- Riley, H. 1986. Forsøk med jordløsning ved bruk av paraplow. Stensil, 6 s.
- Russell, E.W. & B.A. Keen. 1938. Studies of soil cultivation, VII. J. Agric. Sci. 28: 212-233.
- Russell, E.W. & B.A. Keen. 1941. Studies of soil cultivation, X. J. Agric. Sci. 31: 326-347.
- Røyneberg, T. 1983. Plogfri jordarbeiding til korn. Sammenhengen mellom pløyekvalitet og kvekeutbredelse. Hovedoppgave NLH 110 s.
- Timenes, K. 1985. Undersøkelser i permanent grasmark. NLVF slutt-rapport nr 595, 13 s.
- Ødelien, M. & O. Bjørkum. 1958. Jordarbeidingsforsøk. Forskn. Fors. Landbr. 12:273-294.



## FORSKNINGEN I SVERIGE

Forskningen om reducerad jordbearbetning har främst varit inriktad dels på att ersätta plöjningen med grundare bearbetningar och dels på att direktså. Man har velat reducera bearbetningen för att hinna höstså och för att spara arbete.

Redan mot slutet av 1940-talet anlades försök med tallriksredskap, som visade att plöjningen kunde uteslutas enstaka år. Plöjningen till höstsådda grödor var ett stort problem på lerjordarna efter de torra somrarna 1955 och 1959 och försök att i stället använda rotorkultivator startades. Nya ogräsmedel, paraquat och diquat, och utveckling av direktsåmaskiner ledde till att direktsådd provades under 1960-talet. Tekniken var då osäker och försöken avslutades 1969.

Den nu pågående forskningen om möjligheter att ersätta plöjningen med bearbetning med kultivator och tallriksredskap initierades av den första oljekrisen 1973. När direktsåddtekniken vidareutvecklats startade de svenska oljeväxtodlarna försök med direktsådd av höstoljeväxter 1979. Något senare ingångsattes också försök i höstsåd av Sveriges Lantbruksuniversitet, hushållningsällskapen och Svenska Lantmännens Riksförbund. Försök med direktsådd till vårsådda grödor har utförts i betydligt mindre omfattning. Det finns dock en del resultat från försök i våroljeväxter, från några fastliggande direktsåddförsök samt från några försök, där Jordbrukstekniska institutet mätt tids- och bränsleåtgång i olika bearbetningssystem.

Försöksverksamheten med direktsådd minskar för närvarande. Bland pågående projekt kan nämnas försök med insådd av vall och hjälpsådd av klöver i gammal gräsvall samt jämförelser mellan frässådd och direktsådd med skivbill. På vissa mjälarika och styva lerjordar har den plöjningsfria odlingen givit högre skörd än den konventionella och lämplig teknik håller på att utvecklas. Vid odling av mellangrödor är plöjningsfri odling också av intresse.

### L i t t e r a t u r

- Cedell, T., 1985. Direktsådd-oljeväxter. SLU. Konsulentavdelningens rapporter. Allmänt 63, s 23:1-12. Uppsala.
- Henriksson, L., 1985. Direktsådd av stråsäd. SLU. Konsulentavdelningens rapporter. Allmänt 63, s 24:1-7. Uppsala.
- Rydberg, T., 1987. Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975-1986. SLU. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr 76. Uppsala.

## JORDFYSISKE OG -MEKANISKE UNDERSØGELSER VED PLØJEFRI DYRKNING

### I n d l e d n i n g

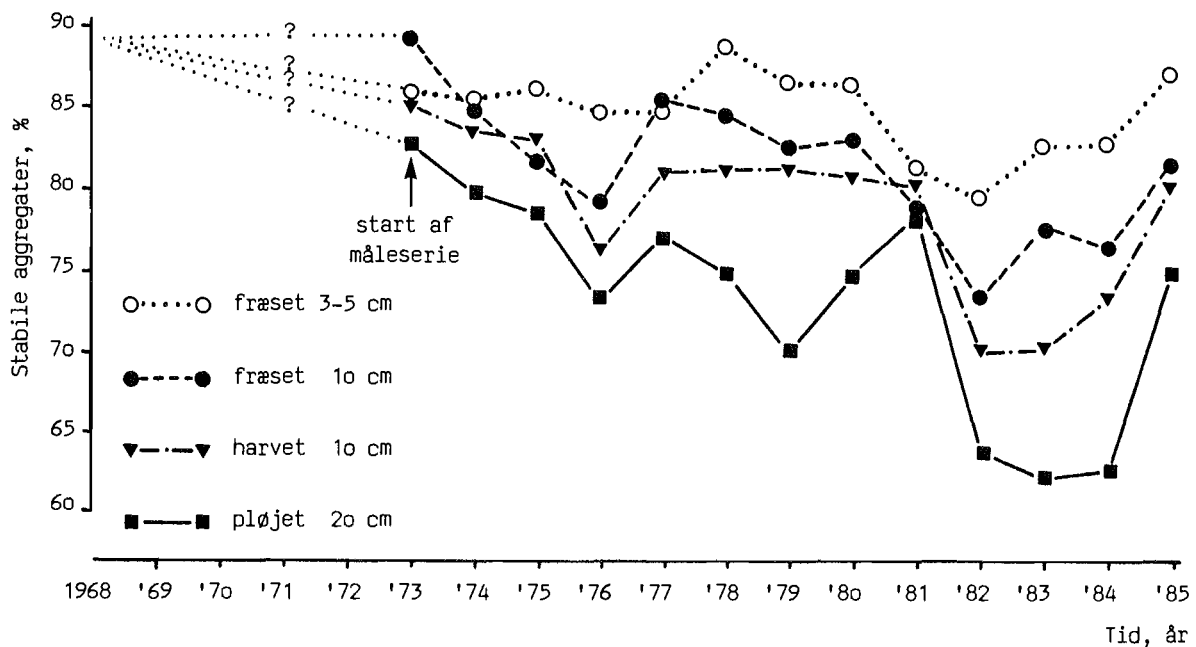
I forbindelse med anvendelse af et jordbearbejdningsystem med reduceret bearbejdningsdybde i forhold til traditionel praksis med pløjning til ca. 20 cm dybde rejser der sig en række spørgsmål af betydning for planternes etableringsbetingelser og vækst. Vil undladelse af pløjning

- med tiden kunne medføre naturlig udbedring af en eventuelt forekommende pløjesål i jordlaget ca. 20-30 cm?
- til gengæld medføre dannelse af en kompakt "trafiksål" nærmere jordoverfladen med hæmning af planternes fremspiring og vækst?
- påvirke overfladejordens strukturstabilitet af betydning for modstand mod tilslemning af såbedet under regn?

Blandt andet de tre ovennævnte problemstillinger er blevet belyst i en række måleserier i fastliggende danske markforsøg. Resultaterne i dette bilag stammer fra undersøgelser i fire forsøg, som primært omfattede en sammenligning mellem årlig pløjning til 20 cm dybde og reduceret behandlingsdybde, ca. 5-10 cm. På analysetidspunktet afgav de forskellige forsøg vidnesbyrd om akkumulerede effekter af 4-18 års behandling. Forsøgslokaliteterne repræsenterede jordtyper fra grovsandet jord med 3 % ler over lerblandet sandjord med 6 % ler til lerjord med 16 % ler.

### S t r u k t u r s t a b i l i t e t

Jordbearbejdningsdybden har markant indflydelse på stabiliteten af overfladejordens aggregater, figur 1. Med en vådsigtningsmetode blev der de sidste 13 år af et 18 årigt forsøg med forskellig jordbehandling på lerjord bestemt stabilitet af overfladelagets aggregater, 2-8 mm diameter (Schjøning & Rasmussen, 1988). På trods af store årsvariationer viser resultaterne en tydelig sammenhæng mellem behandlingsdybde og strukturstabilitet, se figuren. Jo mere overfladisk behandling, desto bedre stabilitet af såbedets aggregater. Effekten findes allerede efter få års forskellig behandling. Derudover bemærkes, at der ved de dybeste bearbejdningsmetoder sker et stadigt fald i stabiliteten gennem tiden. Ved overgang fra sædskifte til ensidig korndyrkning (som blev praktiseret i forsøgsperioden) er reduceret jordbearbejdningsdybde således i højere grad end traditionel bearbejdningsdybde til at opretholde strukturstabiliteten.

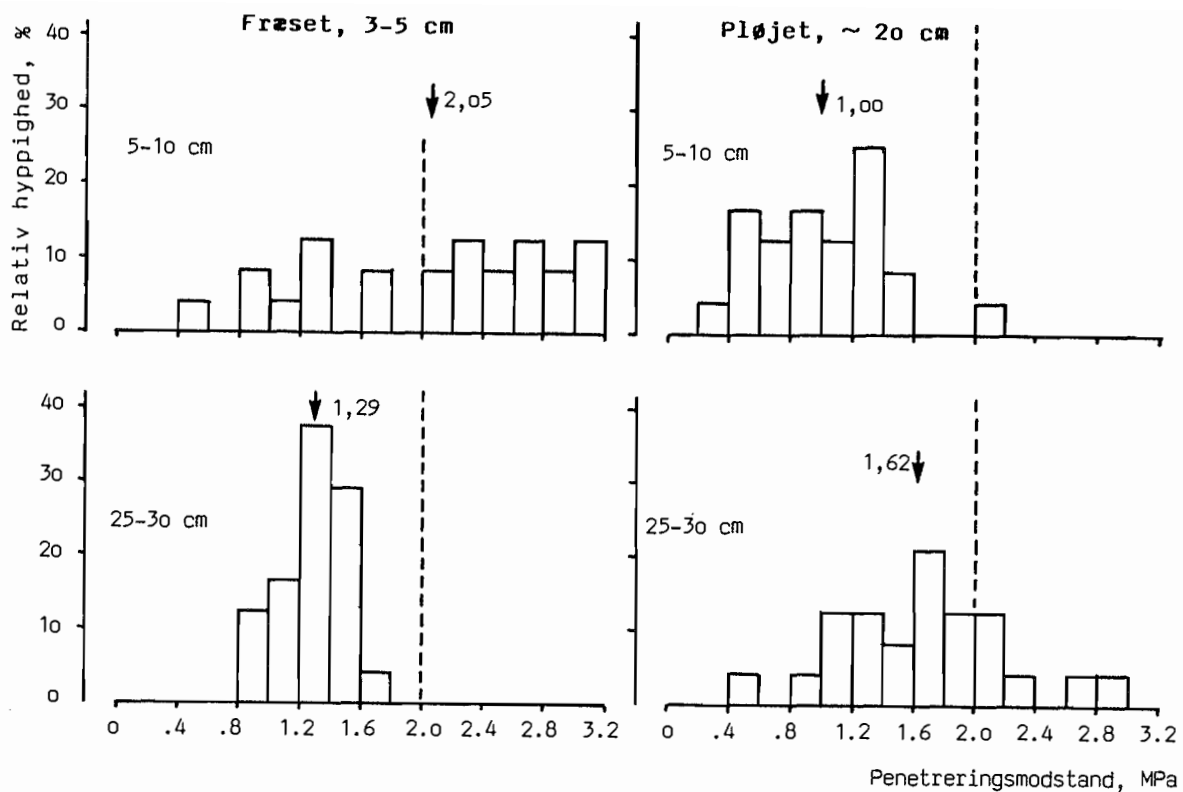


**Fig. 1. Stabilitet af våde aggregater i relation til jordbearbejdningssystem på lerjord (efter Schjøning & Rasmussen, 1988).**

### Jordpakning

Ved årlig pløjning til samme dybde - i Danmark oftest 20-23 cm - skabes et fortættet jordlag, en "pløjesål", med høj penetreringsmodstand umiddelbart under pløjedybden. I et dyrkningssystem med mange års overfladisk jordbearbejdning ændres strukturen i den tidligere pløjesål med lavere penetreringsmodstand til følge, se figur 2, 25-30 cm dybde. Til gengæld er der i det aktuelt undersøgte forsøg med overfladisk fræsning som reduceret jordbearbejdning gennem 18 år skabt et fortættet jordlag umiddelbart under fræserens arbejdsdybde, se figuren, 5-10 cm dybde.

Dexter (1986) fandt ved undersøgelser af rødders penetrering af forskelligt pakkede jordlag, hvor der (som i denne undersøgelse) anvendtes 2 mm diameter penetrometre til jordstyrkebestemmelsen, en kritisk grænseværdi for rodvækst i området 1,2-2,2 MPa, afhængigt af rodens "forankring" før penetrering af det fortættede lag. Sættes disse oplysninger i relation til resultaterne i figur 2, må "fræse-sålen" i 5-10 cm dybde betegnes som ret alarmerende mht. røddernes penetreringsmuligheder. Over 60 % af det fortættede lags fladeareal har ved det undersøgte vandindhold ( $pF_2 \sim$  markkapacitet) en penetreringsmodstand over 2 MPa, se figur 2. For dårligt forankrede kimirødder vil dette jordlag være en større hindring end pløjesålen fortættede lag, hvor kun ca. 25 % jordflade med mere end 2 MPa modstand er den hindring, de bedre forankrede nedadvoksende rødder skal passere.



**Fig. 2.** Penetreringsmodstand ved pF 2 for 2 jordbearbejdningssystemer. Relativ hyppighed af observationer samt aritmetisk gennemsnit (pil). Lerjord, 18 års akkumuleret forsøgseffekt. (efter Schjøning & Rasmussen, 1988)

### P o r e k a r a k t e r i s t i k a

Tabel 1 viser et uddrag af resultater fra undersøgelser over porøsitetforhold og lufttransportbetingelser i 4 danske forsøg med reduceret jordbearbejdning. Ved et vandpotential på pF 2, hvilket svarer til markkapacitet for de fleste danske jordtyper, har den grovsandede jord i pløje-laget 27,8 % luftfyldte porer, mens de tilsvarende tal for den lerblandede sandjord og lerjorden er 15,7 % henholdsvis 6-9 %, se tabellen. Denne store forskel i luftfyldt porevolumen mellem jordtyperne afspejles i tilsvarende forskellige betingelser for lufttransport ved diffusion såvel som ved trykforårsaget strømning (permeabilitet).

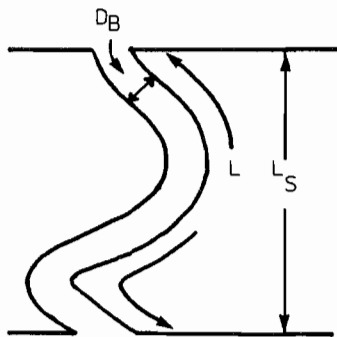
Tabel 1. Luftfyldt porevolumen, relativ diffusivitet og luftpermeabilitet i pløjet jord samt forøgelse i disse parametre ved reduceret jordbe-  
arbejdning. Målt på jordprøver afdrænet til pF 2,0.  
(efter Schjønning, 1985, 1988)

Jordtype	Forsøgets alder år	Luftfyldt porevolumen		Relativ luftdiffusivitet		Luft- permeabilitet*	
		‰		‰		K, 10 <sup>-12</sup> m <sup>2</sup>	
		pløjet 20 cm	fråset 5-10 cm	pløjet 20 cm	fråset 5-10 cm	pløjet 20 cm	fråset 5-10 cm
<u>15-20 cm dybde</u>							
Grovsandet jord 3 % ler	18	27,8	-4,2	56,2	-13,6	20,5	-11,3
Lerbl. sandjord 6 % ler	4	15,7	-3,2	10,7	-6,9	4,8	- 3,1
Lerjord 18 % ler	9	6,0	-0,7	3,9	-1,4	5,0	- 2,6
Lerjord 18 % ler	18	9,0	-2,3	7,3	-4,0	8,1	- 4,9
<u>25-30 cm dybde</u>							
Grovsandet jord 3 % ler	18	22,7	+0,1	30,9	-2,9	7,5	+ 0,2
Lerbl. sandjord 6 % ler	4	12,9	+2,3	5,0	+2,4	2,7	+ 1,5
Lerjord 18 % ler	9	5,7	-0,4	1,9	+1,2	0,9	+ 3,4
Lerjord 18 % ler	18	7,4	+2,0	2,0	+4,0	1,5	+ 5,9

\* geometrisk gennemsnit

I dybden 15-20 cm har jorden i de fræsede forsøgsled ligget urørt i de i tabellen nævnte åremål. Den i foregående afsnit omtalte fortætning af dette jordlag viser sig for alle jordtyper ved en reduktion i luftfyldt porevolumen i forhold til pløjet jord samt en tilsvarende reduktion i luftskiftebetingelserne, se tabel 1. For jordlaget 25-30 cm har undladelse af pløjning generelt øget luftfyldt porevolumen med deraf følgende bedre luftskiftebetingelser. Dette er dog undtaget den grovsandede jord, hvor der ikke forekommer nogen tydelig pløjesål (Schjønning, 1988).

På grundlag af samhørende værdier for relativ diffusivitet, luftpermeabilitet samt luftfyldt porevolumen kan der beregnes indekser for porestørrelse og -længde (Ball, 1981). Til grund for beregningerne er lagt visse idealiserende forudsætninger - herunder, at jordens porer er cylindriske. Indekserne, hvis sandhedsværdi er afprøvet på "modeller" af poresystemer med positivt resultat (Ball, 1981), er skematisk illustreret i figur 3.  $D_B$  udtrykker en middelstørrelse for de luftledende porer, mens  $L/L_S$  er en relativ længde af porerne.

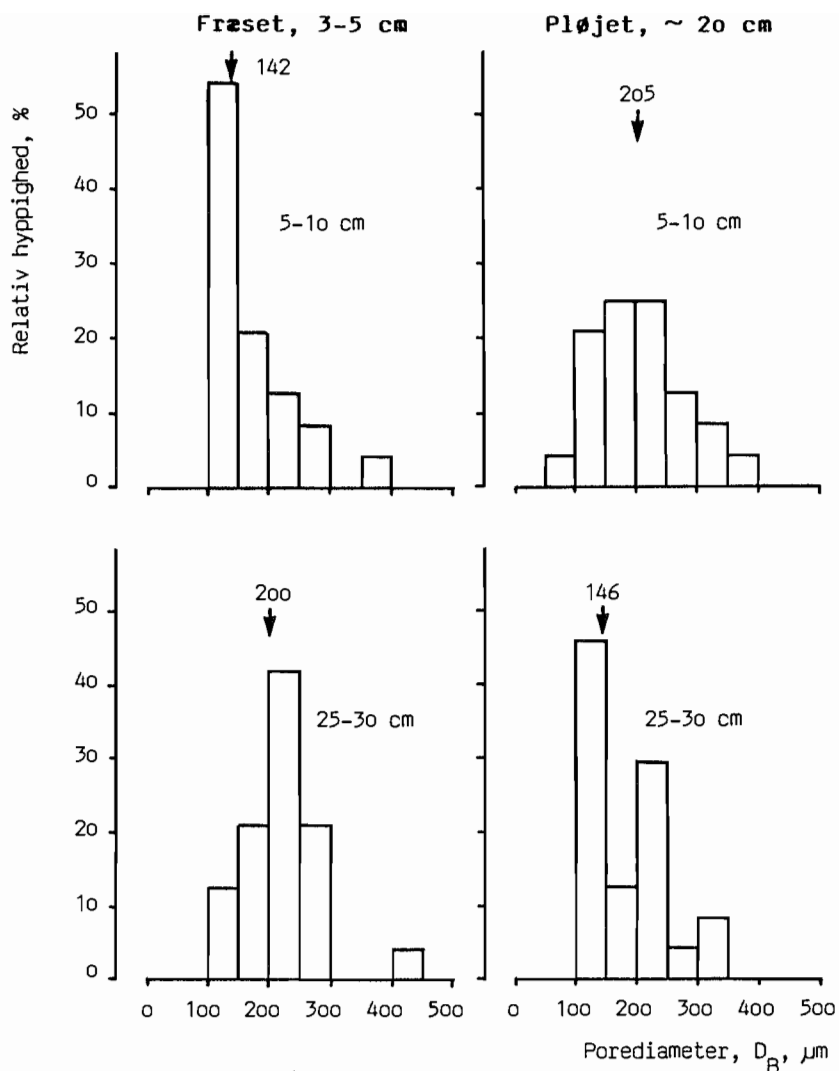


**Fig. 3**

**Model for poresystemet til beregning af indekser for porestørrelse og -forløb.**

I figur 4 er vist beregnet porediameter,  $D_B$ , for samme forsøg og jordlag som i figur 2. Der findes langt flere prøver med store "model-porer" i pløjet jord end i det ubearbejdede jordlag, 5-10 cm, umiddelbart under fræsersens arbejdsdybde, se figuren. Til gengæld har den årlige pløjeoperation reduceret antallet af store porer i 25-30 cm dybde i forhold til den overfladisk bearbejdede jord.

Den relative længde (se figur 3) af luftledende porer ved 4 vandpotentialer er i tabel 2 vist for pløjet og reduceret behandlet jord. Bemærk, hvorledes lufttransportmålingerne i meget våd jord ( $pF$  1,2) påviser en længere transportvej (relativ porelængde) i pløjet jord end i det ubehandlede jordlag under fræseren. Dette må tages som udtryk for eksistensen af flere kontinuerte grovporer i det ikke-bearbejdede jordlag. Billøbet bliver dog gradvis anderledes ved yderligere afdræning af jorden, se tabellen. Ved  $pF$  2 ( $\sim$  markkapacitet) "oplever" luften den længste transportvej i ubehandlet jord, hvilket kan tilskrives afdræning af et net af finere intra-aggregatporer i ubehandlet end i pløjet jord.



**Fig. 4.** Beregnet porediameter,  $D_B$ ,  $\mu\text{m}$ , i jordprøver afdrønet til pF 2. Relativ hyppighed af observationer samt medianværdi (pil). Lerjord, 18 års akkumuleret forsøgseffekt. (efter Schjøning, 1988)

**Tabel 2.** Beregnet relativ porelængde,  $L/L_S$ , ubenævnt, i dybden 15-20 cm for 2 jordbearbejdningssystemer på lerjord med 18 års akkumuleret forsøgseffekt (efter Schjøning, 1988)

Vandpotential		Jordbearbejdning	
hPa	pF	Pløjet, 20 cm	Frøset, 5 cm
- 16	1,2	6,5	5,4
- 30	1,5	6,2	5,4
- 50	1,7	5,2	5,5
-100	2,0	3,7	4,7

## K o n k l u s i o n e r

- Jordbearbejdningsystemer med overfladisk behandling øger overfladejordens strukturstabilitet i forhold til pløjet jord.
- På lerholdige jorde vil der ved årlig pløjning til samme dybde skabes et fortættet jordlag med høj penetreringsmodstand umiddelbart under pløjedybden.
- Med flerårig anvendelse af reduceret bearbejdningsdybde regenereres strukturen i pløjesålen, mens der samtidig udvikles et svært gennemtrængeligt jordlag umiddelbart under den nye bearbejdningsdybde.
- Jordens grovporevolumen og dermed luftskiftebetingelserne reduceres i overfladisk bearbejdet jord i forhold til årligt pløjet jord, mens det omvendte er tilfældet i jordlaget umiddelbart under den tidligere pløjedybde.
- Vurderes ovennævnte effekter med henblik på plantevækstbetingelser i form af rodpenetreringspotential og luftskiftebetingelser, peger undersøgelserne på pløjning som et bedre jordbearbejdningsystem end en praksis med reduceret bearbejdningsdybde.

## L i t t e r a t u r

Ball, B. C., 1981: Modeling of soil pores using gas permeabilities, gas diffusivities and water release. *J. Soil Sci.* 32:465-481.

Dexter, A. R., 1986: Model experiments on the behaviour of roots at the interface between a tilled seed-bed and a compacted sub-soil. I. Effects of seed-bed aggregate size and sub-soil strength on wheat roots. *Plant and Soil* 95:123-133.

Schjøning, P., 1985: Porøsitetsforhold i landbrugsjord. II. Effekt af halmnedmuldning og jordbearbejdnings. *Tidsskr. Planteavl* 89:425-433.

Schjøning, P., 1988: Long term reduced cultivation. II. Soil pore characteristics and estimated influence upon soil aeration and water permeability (I manuskript).

Schjøning, P. & Rasmussen, K. J., 1988: Long term reduced cultivation. I. Soil strength and stability (I manuskript).



Hugh Riley

## VIRKNINGEN AV REDUSERT JORDARBEIDING PÅ JORDFYSISKE OG JORDKJEMISKE FORHOLD

### I n n l e d n i n g

Det finnes betydelige kunnskaper på internasjonal basis om endringene i egenskapene av dyrket jord som finner sted ved redusert jordarbeiding, sett i forhold til jord som er pløyd med korte mellomrom. Ofte er det stor likhet i resultatene fra forskjellige land, og erfaringene i Norge er ingen unntak i så måte.

En vanskeligere problemstilling er å tolke betydningen av disse endringene for plantenes vekstvilkår. Den samme endring i et bestemt parameter kan ha ulik virkning, avhengig av de rådende jordartsforhold og klima.

I dette innlegget gjøres rede for noen av hovedtrekkene i undersøkelsene som er gjort i Norge, og det gis en vurdering av konsekvensene for plantevekst.

### J o r d k j e m i s k e e g e n s k a p e r

Variablene som oftest er undersøkt er moldinnholdet, jordreaksjonen og innholdet av lettløselig fosfor, kalium og magnesium. Tabell 1 viser et sammendrag av resultat fra felt på ulike jordarter, ved prøvetaking etter 3-6 års redusert jordarbeiding (dvs. uten pløying, med harving).

Moldinnholdet, uttrykt ved glødetap, viser nesten alltid en økning i det øvre jordsjikt, og noen ganger i den nedre del av matjorda. Økningen etter noen år er som regel omkring 0,5%, og sjelden mer enn 1%. Dette er likevel større enn økningen som er funn-

et i norske forsøk ved tilførsel av halm over 15-25 år (Uhlen 1973, Wølner et al. 1978).

Tabell 1. Endringen i noen jordkjemiske egenskaper etter redusert jordarbeiding. Middel av felt med alder 3 - 6 år, på ulike jordarter (8 på lettleire, 3 på silt/sandig silt, 4 på siltig mellomleire, 5 på stiv leire).

	Glødetap		pH		P-AL		K-AL		Mg-AL	
	%				-----		mg/100 g jord		-----	
	PL	UPL	PL	UPL	PL	UPL	PL	UPL	PL	UPL
0-10cm	7,0	7,4	6,1	6,1	8,2	9,6	14,0	18,4	9,3	9,0
10-20cm	7,0	7,1	6,1	6,1	8,1	7,5	12,9	12,0	8,9	8,5
Antall felt	20		18		20		20		8	

PL = Pløyd/harvet                      UPL = Upløyd/harvet

Kilder (Antall felt):

Røyneberg 1983 (1)                      Marti 1984 (9)  
 Riley et al. 1985 (3)                      Ekeberg 1985 (2)  
 Børresen 1986 (2)                      Riley & Ekeberg, unpubl. (3)

Betydningen av økning i moldinnholdet for jordas fysiske egenskaper blir drøftet senere. For jordkjemien betyr det en økning i jonebyttingskapasitet, større bufferevne mot endring i jordreaksjon og en større potensiell kilde for næringsstoffer, særlig nitrogen. Hvorvidt det siste blir merkbart, avhenger av fysiske faktorer som lufttilgang og temperatur. Disse kan jo endres i negativ retning ved redusert jordarbeiding.

I middel av ni felt fant Marti (1984) litt høyere C:N forhold i det øverste sjikt av upløyd jord (11,8) enn i pløyd jord (11,5). Han målte også nivået av nitrat og ammonium i jorda over tre vekstsesonger på ett felt. I én sesong var det høyere innhold i upløyd enn i pløyd jord, men ellers ingen systematisk forskjell. Ved Kise forskingsstasjon er det to ganger funnet tendenser til størst nitratinnhold i upløyd jord ved prøvetaking før pløying om

høsten. Dette kan skyldes forsinket nitrifisering. Det er fristende å bruke dette som forklaring på at det har blitt mer legde på upløyd jord.

Jordreaksjonen var ikke påvirket av jordarbeiding i middel av disse forsøkene. I amerikansk litteratur vises det til ganske stor senking av pH ved direktesåing, hovedsaklig forårsaket av N-gjødsel tilført på jordoverflaten (Blevins et al. 1977, Dick 1983). I tre forsøk på morenejord fant Ekeberg (1985 og unpubl.) en signifikant nedgang på 0,2-0,3 pH enheter i det øvre jordsjiktet etter henholdsvis 5, 6 og 10 år. Dette utgjør et kalkbehov på ca. 2 t CaO/ha på denne jordarten (Ekeberg, 1988).

Lett-tilgjengelig kalium og fosfor blir nesten alltid akkumulert i det øvre sjikt ved redusert jordarbeiding. Dette er i tråd med erfaringen i andre land. I den nedre del av matjorda er det tendens til nedgang. Økningen er større for kalium enn for fosfor, trolig fordi kalium ikke inngår i noen organisk forbindelse, og lett blir frigitt fra planterester om høsten.

Prøvetaking etter 4 og 10 år med redusert jordarbeiding på ett morenejordsfelt viste ingen kumulativ økning i disse stoffene. Mye av fosforet blir trolig bundet i jorda etter hvert. For kalium er det tegn til at en videre nedvasking skjer ved jordarbeiding, f.eks. etter stubbharving. Følgende K-AL tall for jordas øvre sjikt er funnet i et forsøk ved Kise forskingsstasjon:

Ar	Pløyd jord	Upløyd jord	
		Uten stubbharv.	Med stubbharv
1980	10,1	16,0	11,4
1986	10,0	16,9	11,8

Det er ikke meldt om noen negativ virkning av opphoping av disse næringsstoffene. Tvert imot, ble det i den fuktige forsommeren av 1985 observert flere tilfeller av kaliummangel på pløyd jord, men ikke på upløyd jord. Dette ble bekreftet ved planteanalyser (Ekeberg, unpubl.). Fra England er det meldt om tilfredsstillende opptak av P og K ved direktesåing, også under tørre vekstforhold (Drew & Saker 1978, Ellis & Howse 1980).

Lett-tilgjengelig magnesium er undersøkt for et mindre antall felt, og viste ingen signifikant forskjell ved ulik jordarbeiding. Da det er påvist nær sammenheng mellom denne størrelsen og jordas moldinnhold (Ekeberg 1985 og upubl.), er det naturlig å forvente en viss stigning ved redusert jordarbeiding.

## J o r d f y s i s k e e g e n s k a p e r

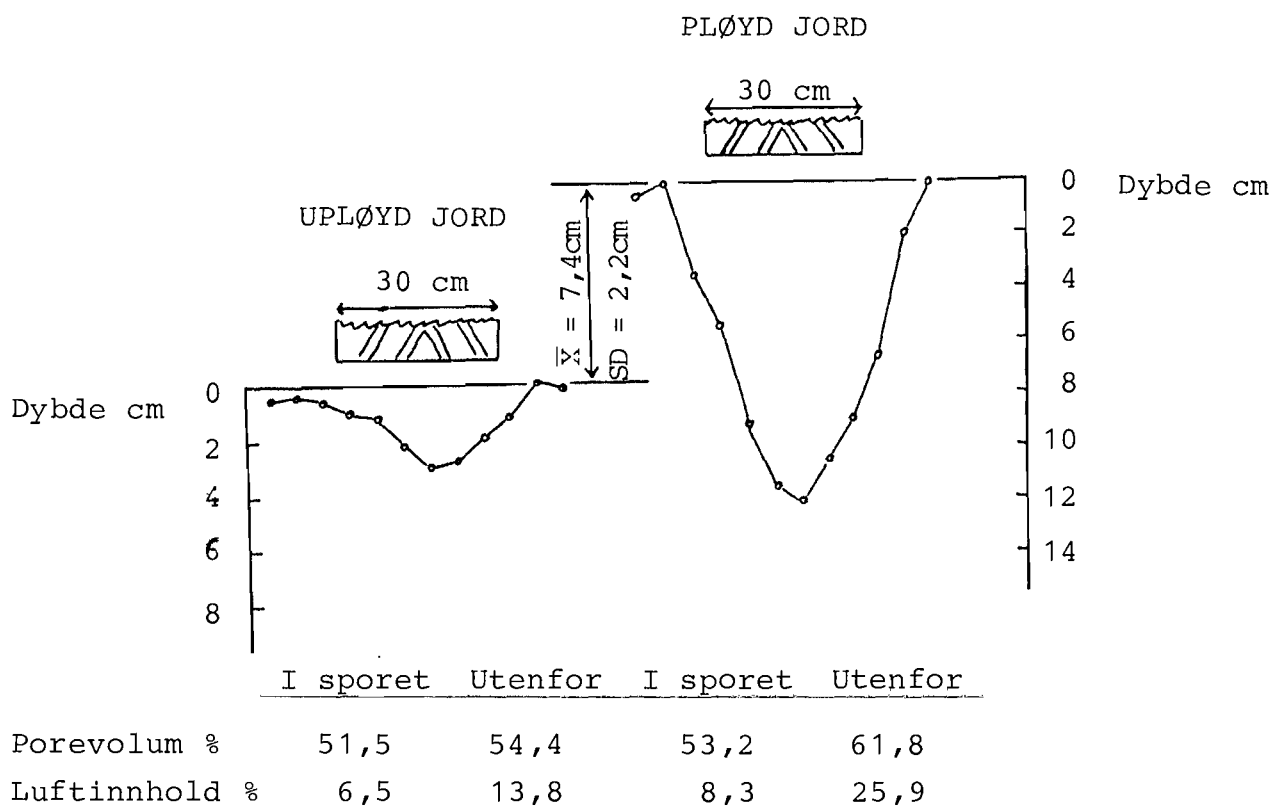
### Såbedsforhold

Det blir en markert økning i jordfasthet ved redusert jordarbeiding, både under og over harvebunnen. Marti (1984) fant at penetrasjonsmotstand økte med 50% og at skjærfasthet ble 2-3 ganger så stor som i pløyd jord.

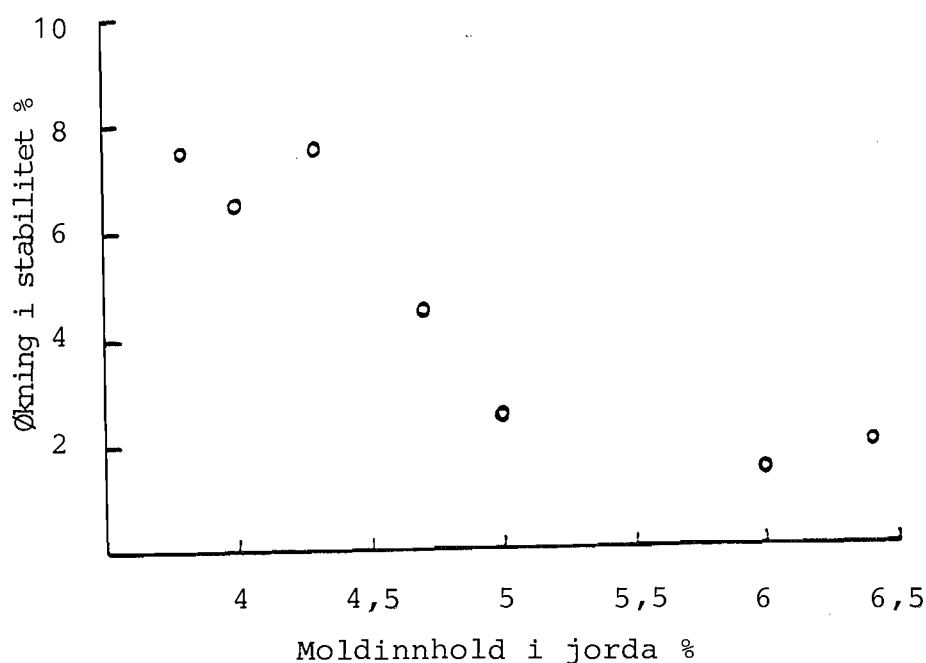
Av denne grunn kan det være fristende å begynne våronn tidligere på oppløyd enn på pløyd jord. Det erte må det advares mot. En undersøkelse på Kise forskingsstasjon viste at selv om nedsynkingen var minst på oppløyd jord, fikk man samme pakking i traktorsporet som ved kjøring på pløyd jord under fuktige forhold (figur 1).

Den høyere jordfastheten fører til at sådybden nesten alltid er mindre ved redusert jordarbeiding enn ved såing i pløyd jord. Bruk av spesielle såmaskiner som MF130 ser ikke ut til å endre dette, og sådybden er som regel minst ved direktesåing. Dybden er ofte mindre enn det som er anbefalt for tørre forhold (Håkansson og von Polgár, 1984). Det er likevel sjelden funnet dårligere spiring ved redusert jordarbeiding.

Dette kan ha sammenheng med at vanninnholdet i såbedet vanligvis er litt høyere i oppløyd jord, enten på grunn av høyere vannholdende evne, eller på grunn av mindre fordampning. Under tørre forhold kan det bli best spiring ved redusert jordarbeiding (Riley 1983a). Dårligere spiring er bare funnet ved kontaktgjødsling eller ved for tidlig såing på siltjord.



Figur 1. Spordybde etter traktorhjul ved kjøring på pløyd og upløyd lettleire 5.mai 1986 (før våronnstart), og virkningen på jordas porevolum og luftinnhold 8-12 cm under overflatens sluttnivå. Vanninnhold ved kjøring var 4 vekt% høyere enn feltkapasitet.



Figur 2. Sammenhengen mellom økning i stabilitet av 0,6 - 6 mm aggregater etter redusert jordarbeiding, og jordas moldinnhold. Middeldata for 0 - 5 cm dybde på ulike felt etter Marti (1984).

Tabell 2. Endringer i noen såbedsegenskaper ved redusert jordarbeiding og direktesåing.

	Trad. jordarb.	Redusert jordarb.	Direkte- såing	Antall feltår	Kilde
<u>Sådybde</u>	49	-10	-19*	4	Ekeberg 1987a
mm	41	- 4	- 8°	4	Glesaaen 1987
	44	- 6	-10°	6	Riley 1983a
	30	- 7	(-)	18	Marti 1984
<u>Jordfuktighet</u>	24,9	+1,1	+3,1	4	Ekeberg 1985
<u>ved såing</u>	25,7	+1,2	+2,3	4	Glesaaen 1987
vekt %	27,9	+0,2	+1,5	7	Riley 1983a
	28,0	+2,0	(-)	1	Røyneberg 1983
	21,7	+5,4	(-)	4	Riley (upubl.)
<u>Aggregater</u>	63 <sup>1</sup>	- 4	-11	2	Ekeberg 1987b
<u>&lt;6 mm</u>	46 <sup>2</sup>	- 4	(-)	35	Marti 1984
%	43 <sup>3</sup>	-17	-32	4	Riley 1983a

\* = S-tind såmaskin

<sup>1</sup> = Moldrik lettleire (inkl. sand/grus)

° = Trippelskål såmaskin

<sup>2</sup> = Moldholdig silt- og leirjord

<sup>3</sup> = Moldfattig silt- og leirjord

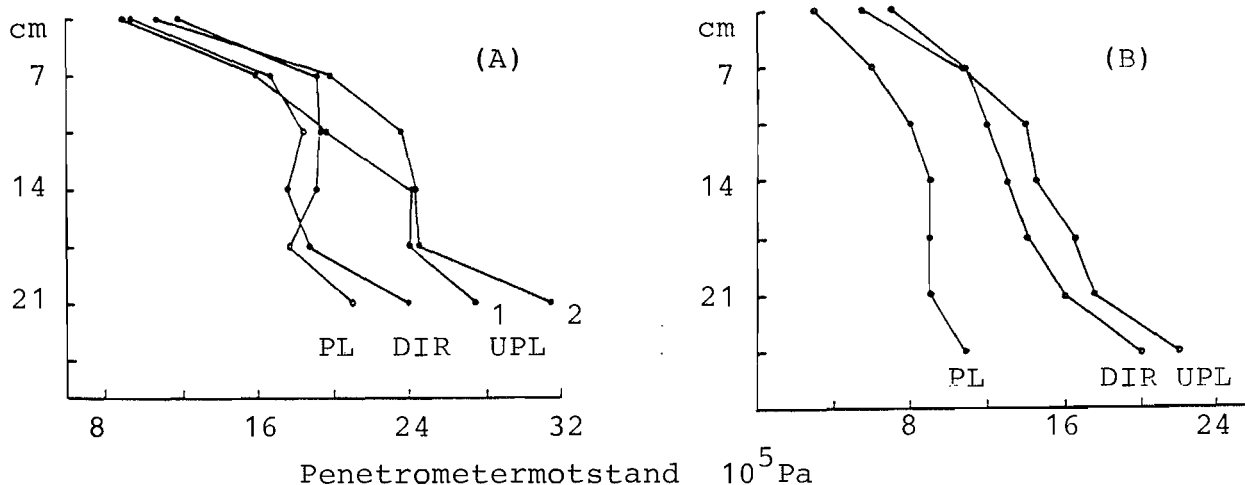
Ved konvensjonell såbedstillaging er det konstatert at en stor andel av små aggregater (<5-6 mm) er ønskelig (Njøs 1979, Håkansson og von Polgár 1984). Ved redusert jordarbeiding blir det ofte en endring i retning av grovere aggregater. På jord med høyere moldinnhold enn ca. 4% har nedgangen i små aggregater vært beskjeden, mens på moldfattig, struktursvak silt og siltig mellomleire kan den være drastisk. Ved direktesåing på slik jord kan strukturen i overflaten bli massiv.

Aggregatstabiliteten viser nær sammenheng med jordas moldinnhold. Marti (1984) fant, i middel av 32 feltår hovedsaklig på leirjord, at redusert jordarbeiding økte aggregatstabilitet ved jordover-

flaten fra 58 til 63%. Undersøkelser av flere jordarter i Norge har vist at økning av moldinnholdet med én prosentenheter gir tre ganger så stor økning i stabilitet på moldfattig jord som på moldrik jord (Riley 1983 b). Resultatene til Marti stemmer godt med dette når den gjennomsnittelige økning på feltene sammenstilles med jordas moldinnhold (figur 2).

### Luft og fuktighetsforhold i matjorda

Redusert jordarbeiding gir ofte endret jordtetthet, og dermed endrete betingelser for luftveksling, vannlagring og drenering. Økningen i jordtetthet er ofte større i sjiktet under harvedybden ved redusert jordarbeiding, enn i samme dybde ved direktesåing (tabell 3). Samme fenomenet gjenspeiler seg noen ganger i penetrometermålinger (figur 3).



Figur 3. Penetrometertmotstand ved ulike jordarbeiding på (A) siltig lettleire (Glesaaen, 1987) og (B) siltig mellomleire (Riley, upubl.)  
 PL = Trad.jordarb. DIR = Direktesåing UPL = Upløyd, harvet 1=15cm 2=7,5cm

Det er funnet en del variasjoner i virkningen av redusert jordarbeiding på porestørrelsesfordelingen. Marti (1984) fant bare 1-2% nedgang i luftfylt porevolum og nesten ingen økning i vannholdende evne, i middel av 22 feltår. Andre undersøkelser har vist større forskjeller i noen tilfeller (Riley 1983 a, Riley

et al. 1985, Riley 1985, Børresen 1986, Glesaaen 1987). Noen typiske verdier er vist i tabell 3.

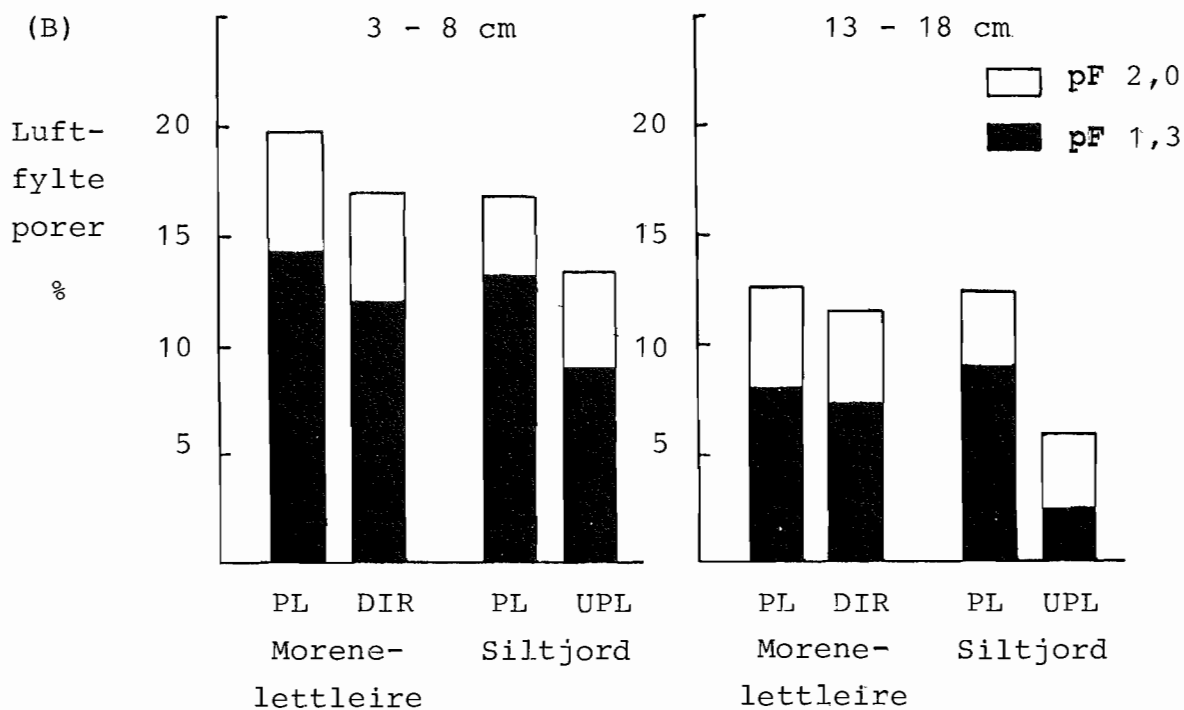
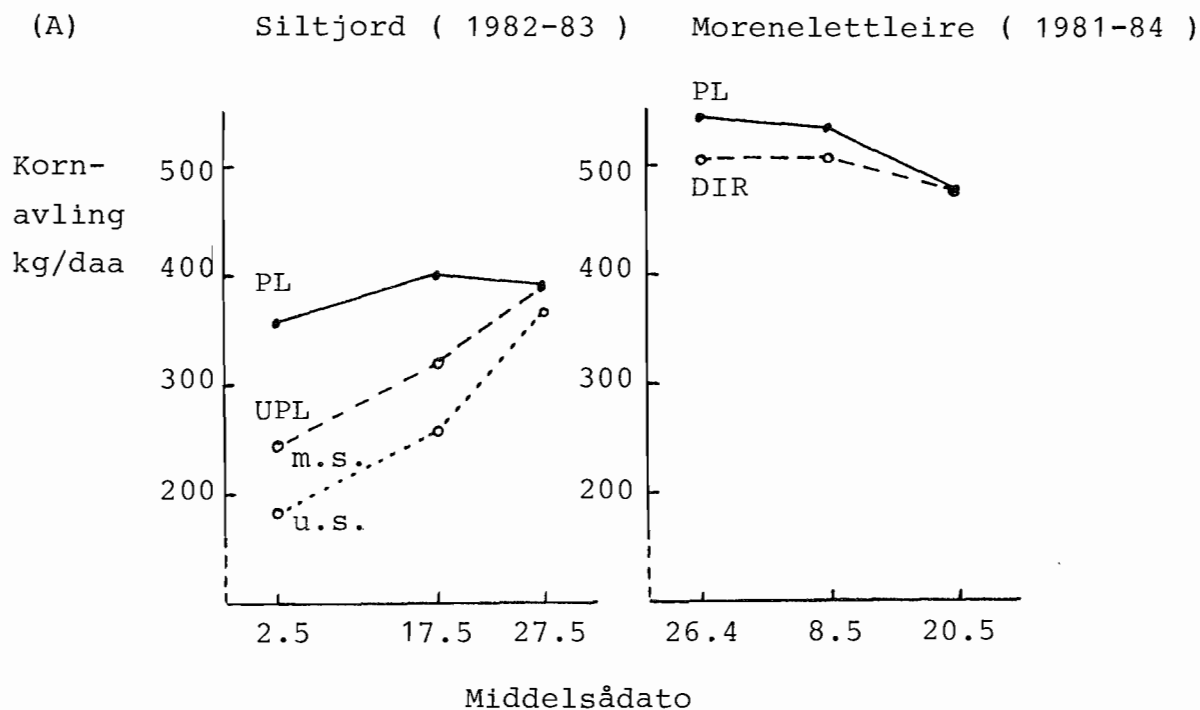
Nedgangen i luftfylt porevolum kan føre til drastiske reduksjoner i luftpermeabilitet, og økningen i vannholdende evne kan utgjøre opp til 6 mm nyttbart vann. Det sistnevnte har trolig sammenheng med økning i moldinnhold, og er derfor mest markert i det øvre sjiktet og ved direktesåing. Økningen er størst i den tyngre tilgjengelige vannfraksjonen ( pF3-pF4,2 ).

Betydningen av endringene i luftkapasitet og luftpermeabilitet avhenger av disse størrelsers nivå i den enkelte jordart. I morenejord er luftvekslingen som regel stor nok. I siltjord og siltig mellomleire derimot kan redusert jordarbeiding føre til svært lave verdier for luftkapasitet (5-6%) og luftpermeabilitet (1-3  $\mu\text{m}^2$ ), særlig i 10-20 cm dybde. På disse jordartene er det funnet stor avlingsreduksjon ved såing med halmrester på over-

Tabell 3. Endringer i jordtetthet, luftfylt porevolum, luftpermeabilitet og nyttbar vannkapasitet ved redusert jordarbeiding. Middel av felt på moreneletteleire, siltig mellomleire og siltjord (Riley 1983a).

	Dybde cm	Tradisjonell jordarb.	Redusert jordarb.	Direkte- såing
<u>Jordtetthet</u>	0-5	1,17	-0,01	+0,03
t/m <sup>3</sup>	10-15	1,27	+0,08	+0,02
<u>Luftfylt</u>	0-5	19,2	-1,1	-3,7
<u>porevolum</u> %	10-15	12,7	-3,5	-2,9
<u>Luftperm-</u>	0-5	20,5	+0,2	-3,8
<u>eabilitet</u> $\mu\text{m}^2$	10-15	12,4	-7,4	-6,4
<u>Nyttbar</u>	0-5	25,6	+2,2	+3,9
<u>vannkapasitet</u> %	10-15	27,0	+0,2	+2,3





PL = Tradisjonell jordarbeiding  
 UPL = Redusert jordarbeiding ( m.s.=med stubbharving u.s.=uten )  
 DIR = Direktesådd med harvsåmaskin ( 2 turer, gjødsel/såkorn)

Figur 4. Kornavling ved ulik såtid (A) og luftfylt porevolum ved pF 1,3 og pF 2,0 (B) for to jordarter etter ulik jordarbeiding.

flaten (Riley 1983 c). Årsaken er trolig at halmen utskiller hemstoffer under anaerobe forhold (Cochran et al. 1977, Lynch 1978).

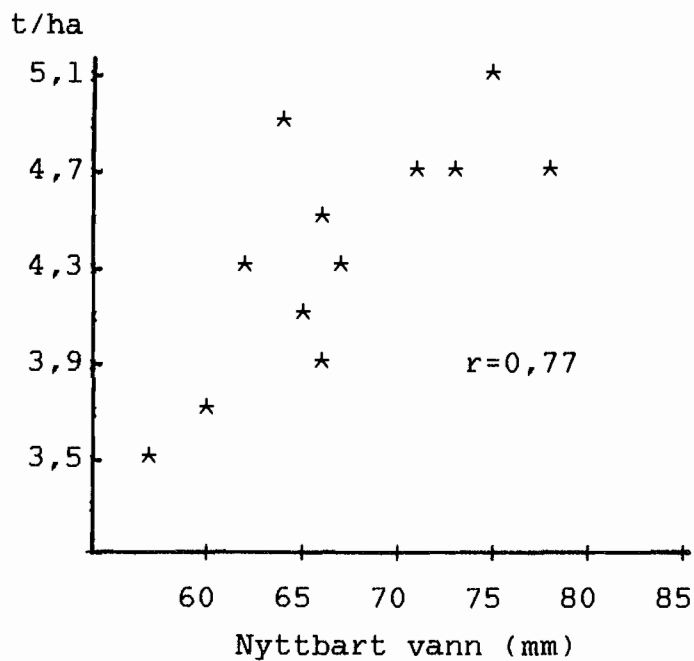
Tidlig såing i upløyd siltjord har gitt dårlig avlingsresultat, i motsetning til tidlig såing på upløyd morenejord (Riley 1985). Også dette har trolig sammenheng med forskjeller mellom jordartene i luftkapasitet (figur 4). Karforsøk med vassmetting like etter såing viste følgende forskjell i spireprosent mellom siltjord og sandjord (Riley, unpubl.):

	Antall døgn med vassmetting etter såing		
	0,1	4	7
Sandjord	91	95	80
Siltjord	80	64	52

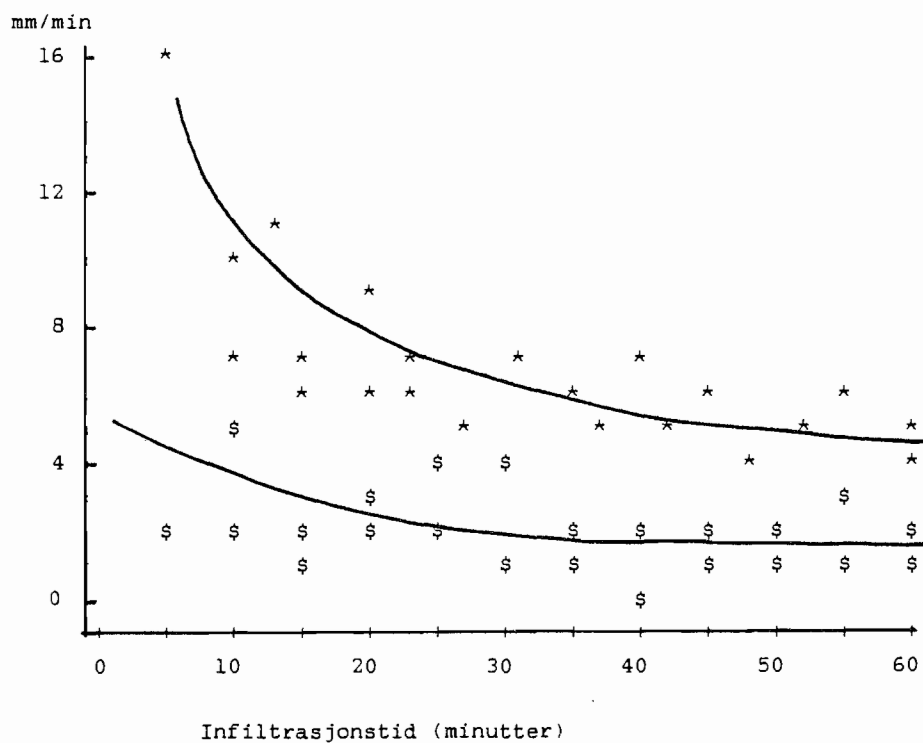
Økning i den nyttbare vannmengden er gunstig under tørre forhold. Sammenhengen mellom nyttbart vann i matjorda og kornavlingsnivå er vist i figur 5 for et jordarbeidingsfelt ved Kise forskingsstasjon, i middel av tørkeårene 1982, 1983 og 1986. Kornavlingen økte med ca. 60 kg/ha pr. mm ekstra nyttbart vann.

En mulig ulempe ved økt vanninnhold i jorda kan være temperatursenking. Undersøkelsene våre tyder på at middeltemperaturen i jorda synker med 0,3-0,5°C pr. prosent økning i vanninnholdet. Dette har konsekvenser både for spiring og senere planteutvikling/modning. Undersøkelser med havre i Finland (Karvonen 1988) og med potet i Nederland (Wijk og Feddes 1986) viser at én grads forskjell i lufttemperatur kan utgjøre én uke i spirehastighet når middeltemperaturen er under 7°C, mens forskjellen bare er 2 dager ved 10-11°C.

Konsekvensene av redusert jordarbeiding for dreneringsforhold er lite undersøkt i Norge. De få infiltrasjonsmålingene som vi har gjort viser lavere verdier i upløyd enn i pløyd jord, men dette kan ha sammenheng med at vannet strømmer raskere tilside fra måleringen i pløyd jord (figur 6).



Figur 5. Sammenhengen mellom kornavlingsnivå og nyttbar vannlagring i 0-30 cm dybde i middel av tørkeårene 1982, '83 og '86 på et jordarbeidingsfelt ved Kise forskingsstasjon.



Figur 6. Infiltrasjonshastighet på lettleire ved Kise forskingsstasjon etter åtte år med ulik jordarbeiding (\* = pløyd \$ = upløyd).

Det er vanskelig å måle forskjeller i mettet vannledningsevne mellom forsøksledd på grunn av denne størrelsens høye variabilitet. Det er imidlertid funnet nær sammenheng mellom vannledningsevne og luftpermeabilitet, slik at man kan anslå nivået av førstnevnte i matjorda av ulike jordarter (tabell 4). Ulikhetene i vannledningsevne mellom jordartene ved høye verdier for luftpermeabilitet skyldes trolig ulik svelling av jorda ved fukting.

Tabell 4. Mettet vannledningsevne, i mm pr. time, beregnet for ulike jordarter ut fra sammenhengen som er funnet med luftpermeabilitet ( $\mu\text{m}^2$ ).

	Luftpermeabilitet			
	1	2,5	5	10
<u>Moreneletteire</u> (n = 113, r = 0,87)	11	23	43	83
<u>Siltjord</u> (n = 46, r = 0,90)	0	5	48	136
<u>Siltig mellomleire</u> (n = 63, r = 0,84)	4	13	25	51

n = antall prøver, r = korrelasjonskoeffisient

Tallene kan tolkes i forhold til nivået av luftpermeabilitet som er funnet på de ulike jordartene, og i forhold til den nedbørintensiteten som er vanlig. På morenejord er det sjelden funnet middelveier av luftpermeabilitet under  $10 \mu\text{m}^2$  på upløyd jord, mens det på de andre jordartene er ganske vanlig med middelveier på  $1-3 \mu\text{m}^2$ .

I sørøst Norge kommer det sjelden nedbør med høyere intensitet enn  $5 \text{ mm/time}$  over lengre tid (Iden 1980). Vannledningsevnen i matjorda er derfor mer enn høy nok på morenejord, men kan trolig nærme seg et begrensende nivå for drenering i noen tilfeller ved redusert jordarbeiding på de andre jordartene. Økt meitemarkaktivitet kan muligens kompensere for dette ved å danne et system av sammenhengende makroporer.

## L i t t e r a t u r

- Blevins, R.L., G.W.Thomas og P.L.Cornelius, 1977: Agron.J. 69:383-386.
- Børresen, T., 1986: Avhandling, Inst. for Jordkultur NLH, 156s.
- Cochran, V. L., L. F. Elliott og R. I. Papendick, 1977: Soil Sci. Soc. Am. J. 41:903-908.
- Dick, W. A., 1983: Soil Sci. Soc. Am. J. 47:102-107.
- Drew, M. C. og L. R. Saker, 1978: J. Sci. Food Agric. 29:201-206.
- Ekeberg, E., 1985: Forsk. fors. landbr. 36:133-139.
- Ekeberg, E., 1987 a: Norsk landbruksforskning 1:1-6.
- Ekeberg, E., 1987 b: Norsk landbruksforskning 1:7-14.
- Ekeberg, E., 1988: Aktuelt fra SFFL nr.2: 73-86.
- Ellis F. B., og K. R. Howse, 1980: Soil and Tillage Res. 1:35-46.
- Glesaaen, A. I., 1977: Hovedoppgave, Inst. for Jordfag NLH, 111s.
- Håkansson, I. og J.von Polgár, 1984: Soil & Till. Res. 4:115-135.
- Iden, K. A., 1980: Været. 2:68-72.
- Karvonen, T., 1988: Avhandling. Helsinki Univ. of Technol., 215s.
- Lynch, J. M., 1978: Soil Biol. & Biochem. 9:305-308.
- Marti, M., 1984: Avhandling, Inst. for Jordkultur NLH, 155s.
- Njøs, A., 1979: Proc. 8th ISTRO Conf. Hohenheim, Vol. 1:121-130.
- Riley, H., 1983 a: Forsk. fors. landbr. 34:221-228.
- Riley, H., 1983 b: Forsk. fors. landbr. 34:155-165.
- Riley, H., 1983 c: Forsk. fors. landbr. 34:209-219.
- Riley, H., 1985: Forsk fors. landbr. 36:61-70.
- Riley, H., A. Njøs og E. Ekeberg, 1985: Forsk. fors. landbr. 36:53-59.
- Røyneberg, T., 1983: Hovedoppgave, Inst. for Jordkultur NLH, 104s.
- Uhlen, G., 1973: Meld. Norg. Landbr.høgsk. 52, nr. 10:1-21.
- Wijk, A. L. M., van og R. A. Feddes, 1986: Proc. Int. Seminar Land Drainage, Helsinki Univ. og Technol., s. 127-142.
- Wølner, K., L. Sogn og N. H. Hauge, 1978: Forsk. fors. landbr. Suppl. nr. 4:313-361.

INVERKAN AV REDUCERAD JORDBEARBETNING PÅ JORDSTRUKTUR  
OCH MARKENS DRÄNERINGSEGENSKAPER

Dräneringsproblemen har blivit allt vanligare vid odling av styva lerjordar i Finland. Styva lerjordar finns det närmast i Södra-Finland. Jordarten varierar i matjorden men i djupare lager är jordarten ofta mycket styv lera. Mätningar har visat, att mycket styv lera djupare än i 30-40 cm lager har mycket låg genomsläpplighet av vatten. I dessa jordar har matjorden den högsta genomsläppligheten. Alvens (25-35 cm) genomsläpplighet är mindre än matjordens, men ändå större än i djupare lager.

På vårar och höstar men också under somrarna efter häftiga regn strömmar en stor del av det obundna vattnet i dessa jordar genom jordskiktet 0-40 cm till täckdikena. Därför är det viktigt att hålla med en riktig bearbetningsteknik i matjorden och alven väl-dränerade. I Jockis undersöktes på mycket styva lerjordar i mångåriga fältförsök den reducerade jordbearbetningens, direktsåddens och bänkodlingens inverkan på jordens genomsläpplighet och volyminnehållet av grova porer i jorden.

Fältförsök

Alla tre försök var mångåriga och utlagda på samma fält. Lerhalten i matjorden var 40-45 % och humushalten ca 5 %. Lerhalten i alven var 50-65 %. Plöjningsarbetet utfördes med en Ford traktor, vikt 2010 kg och jordbearbetningsarbetena med en Valmet traktor, vikt 2940 kg.

1. Minimumbearbetnings- och trädesförsök. Försöket började våren 1983 och pågår fortfarande.
  - a. Normal höstplöjning och två harvningar på vårarna. Försöksväxt vårvete. Gödsling och sådd med Tume kombimaskinen.
  - b. Bearbetning bara på vårarna med trädgårdsfräs utan traktor till ca 4 cm:s djup. Sådd av vete under åren 1983-85 med lätt försökssåmaskin Øyjord. På vårarna 1986 och 1987 sådd med samma Tume kombimaskin som i led a.
  - c. Träda med bearbetning. Plöjning på höstarna och tre harvningar under varje sommar
  - d. Kemisk träda  
Behandling med Roundup-herbisid utan traktorkörning
2. Direktsåddförsök med höstvete  
Försöket påbörjades hösten 1984 och avslutades hösten 1986.
  - a. Plöjning och 2 harvningar med Tume S-pinneharv. Sådden med Tume kombimaskin
  - b. Stubbbearbetning med kultivator (Vibroflex) med breda pinnar och 2 harvningar med Tume S-pinneharv. Sådd med Tume-kombimaskin
  - c. Direktsådd med Ferguson direktsåmaskin
3. Bänkodlingsförsök med vinterhuvudkål. Försöket påbörjades våren 1984 och avslutades hösten 1987.
  - a. Normal höstplöjning och två harvningar med Tume S-pinneharv på vårarna före plantering av kål
  - b. Bänkodling med brett utställda hjul utan höstplöjning. På våren en harvning med fräs (Patu-180). Körning med traktoren varje år i samma spår

## Resultat

Resultaten redovisas i Tabell 1-3 och i Fig. 1. Enligt Fig. 1 har i jämförelse med normal plöjning och harvning minimumbearbetningen ökat volymandelen av grova porer i matjorden och även i alven. Sommaren 1987 var fuktig i Finland. Sannolikt har trädesbearbetningen under fuktiga förhållanden varit orsaken till en starkt reducerad genomsläpplighet i led c (Tabell 1). I veterorna hade minimumbearbetningen en gynnsam effekt på jordens genomsläpplighet. Skillnaden mellan minimumbearbetning och normal bearbetning var dock inte statistiskt signifikant.

I direktsåddförsöket hade enligt Tabell 2 jorden i plöjda rutor signifikant bättre genomsläpplighet än i direktsåddledet. Jorden var mera packad i utan plöjning bearbetad jord än i jord med direktsådd.

Trots att jorden bearbetades bara en gång med fräs vid bänkodling av kål, var bänkodlingen inte bättre än normal höstplöjning och harvning på våren. Ofta är jorden mycket våt efter upptagning av vinterkål och höstplöjning är nästan omöjlig att genomföra på styva lerjordar. Man borde alltså fortsätta försöken med bänkodling av grönsaker.



Tabell 1. Jordens genomsläpplighet i minimumbearbetnings- och trädeshörsök. Mätningarna år 1987. Hörsöket påbörjades våren 1983.

	K cm/h	
	Infiltrationsmetoden 0-20 cm	"Auger hole"-metoden 20-40 cm
a. Plöjning + harvning (vete)	28	1,5
b. Minimumbearbetning utan tillpackning	64	2,9
c. Träda med bearbetning	4	1,0
d. Kemiskt träda utan bearbetning	42	2,3
	F = 4,10*	F = 1,96

Tabell 2. Direktsåddens inverkan på genomsläppligheten och volym av grova porer. Mätningarna i laboratoriet med provcylindrar o 30 cm. Provenas längd 45 cm. Provtagning år 1986. Hörsöket påbörjades hösten 1984.

	Porer $\varnothing > 0,3$ mm	
	K cm/h	Volym-%
a. Plöjning + harvning	159	13,5
b. Direktsådd	58	10,6
c. Harvning	21	8,1
	F = 10,33**	F = 3,94

Tabell 3. Bänkodlingens inverkan på genomsläpplighet och stora porer. Provcylindarnas diameter 15 cm. Provtagning 1987. Försöket påbörjades 1984.

	Porer $\phi > 0,3$ mm	
	K cm/h	Volym-%
a. Plöjning om hösten + harvning på våren		
Djup:		
0-15 cm	235	11,9
15-35 "	63	8,5
35-55 "	0,02	1,2
b. Bänkodling		
Fräsning på våren		
Djup:		
0-15 cm	229	11,4
15-35 "	39	10,1
35-55 "	0,02	1,1

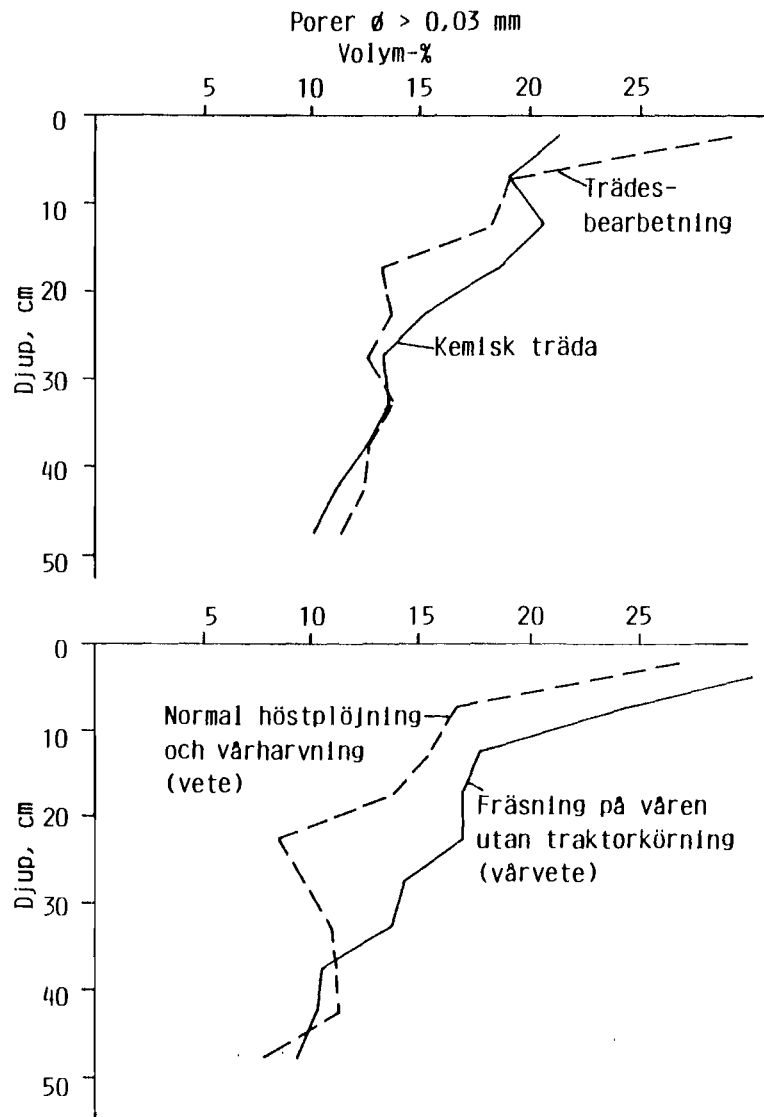


Fig. 1. Inverkan av minimumbearbetning i veteodling och bearbetning av träda på grova porer. Jordart, mycket styv lera i alven och djupare lager. Provtagningsår 1985. Försöket påbörjades år 1983.

# PLÖJNINGSFRI ODLING --- DESS INVERKAN PÅ EVAPORATIONEN

Tomas Rydberg

## Inledning

I Sverige pågår sedan mitten av 1970-talet forsknings- och försöksverksamhet kring frågor som behandlar plöjningsfri odling. Huvudsyftet är att undersöka och optimera eventuella möjligheter att ersätta den årliga höstplöjningen med ytligare bearbetningar. Under år 1985 har den plöjningsfria odlingens effekter på evaporation varit föremål för undersökningar och resultaten från två försöksplatser, Ultuna (SL) och Finnbo (mj LL), presenteras i denna uppsats. För utförligare redovisning hänvisas till Rydberg & Öckerman (1987).

## Försöksplatser och använda metoder

De två försöksplatserna beskrivs närmare i tabell 1. I det plöjningsfria ledet har den årliga plöjningen till 20-25 cm ersatts med ytligare stubbearbetningar till 10-12 cm. Såbäddsberedningen har utförts konventionellt, dvs 3-4 harvningar med s-pinneharv. Skörderesterna har brukats ned. Mängden oförmultnade skörderester i ytskiktet var våren 1985 något mindre än normalt på både Ultuna (våröljeväxthalm) och Finnbo (kornhalm).

Tabell 1. Sammanställning av vissa uppgifter om försöksplatserna

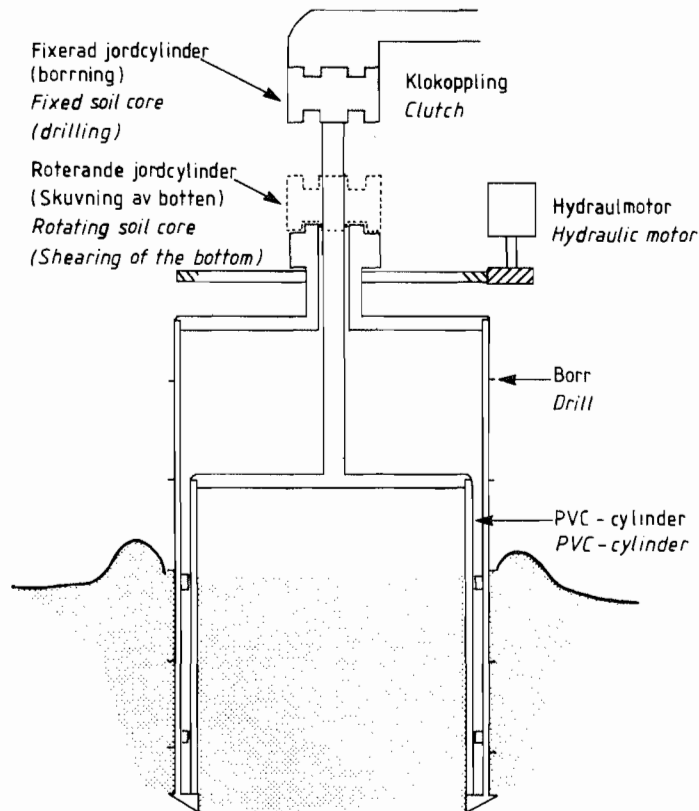
Försöks- plats	Anlägg- n. År	Texturanalys <sup>1)</sup>		$w_{t1,0}^{2)}$	$w_{t150}^{2)}$	Jordart
		Matjord	Atv			
Ultuna	1974	50-29-19-2	54-26-18-2	32,6	18,4	nmh styv lera
Finnbo	1980	19-56-21-4	23-66-8-8	32,1	9,7	nmh mj lättlera

1) Ler-mjåla-mo-sand i vikts-%.

2) Vattenhalt i vikts-% vid ett bindningstryck av 1,0 och 150 m vp.

Evaporationsstudierna genomfördes på utborrade jordcylindrar (höjd ca 35 cm, diam = 30 cm) från plöjt (P) och plöjningsfritt led (PF). Vid borrningarna, som utfördes efter såbäddsberedningen på våren, överfördes jordcylindrarna successivt i PVC-cylindrar (höjd = 40 cm, diam = 30 cm),

fig 1. Som mått på evaporationshastigheten användes lysimetrarnas viktminskning/dygn. Den naturliga lagringen stördes ej vid utborrningen.



Figur 1. Skiss av borren som användes vid uttagningen av lysimetrarna. Konstruktör Lave Persson, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Evaporationsstudierna omfattar fyra stycken delundersökningar, vilka i fortsättningen benämns serie I-IV. Arbetet har till största delen genomförts i en växthall med genomskinligt plasttak på 6 meters höjd och med väggar av finmaskigt nät av ståltråd. Den potentiella evaporationen mättes enligt Andersson (1969). De olika serierna omfattar följande:

Serie I En registrering av evaporationsförloppet på samtliga 24 lysimetrar under 20 dagar efter utborrningen.

Serie II En registrering av evaporationsförloppet efter bevattning (25 + 15 mm) på de i serie I ingående lysimetrarna. Serien genomfördes under tiden 16/7-12/8.

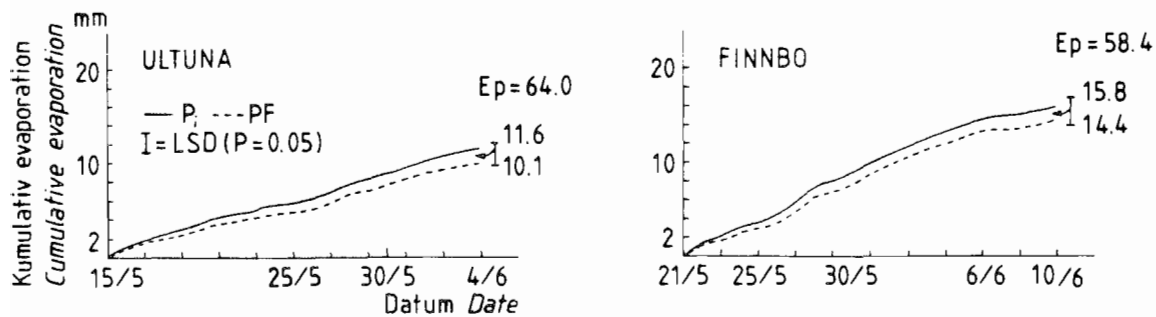
Serie III Studier av såbädden inblandade oförmultnade hackade skörde-  
resters (kornhalm) effekt på evaporationen. Lysimetrarna bevattnades (20-  
25 mm) utan såbädd. Vid bevattning exklusive såbädd täcktes harvbotten med  
en uppfuktad duk för att förhindra igenslamning. Därefter påfördes  
lufttorr "plöjd" såbädd. I halva antalet lysimetrar per försöksplats (= 6  
st) blandades sedan såbäddarna med skörderester motsvarande en mängd av 5  
000 kg/ha (= 29 g/lysimeter). Efter detta bevattnades (15 mm) tre  
lysimetrar med skörderester och tre utan från respektive försök. Serien  
som genomfördes under tiden 9/9-30/9 omfattar således ej någon jämförelse  
mellan plöjt och oplöjt.

Serie IV En registrering av evaporationsförloppet på bevattnade (20 mm)  
lysimetrar exklusive såbädd. Serien genomfördes i laboratorium med en  
potentiell evaporation på 0,8-0,9 mm/dygn.

### Resultat och diskussion

Evaporationsförloppet efter nederbörd brukar delas in i tre på varandra  
följande steg (Lemon, 1956). Under det första steget sker en mycket snabb  
förlust av vatten till atmosfären. Upptransporten av vatten till markytan  
är i huvudsak kapillär och hela tiden tillräcklig för att tillgodose den  
potentiella evaporationen. Evaporationshastigheten styrs således av  
klimatiska faktorer såsom vindhastighet, temperatur, relativ fuktighet och  
strålningsenergi. Då den aktuella evaporationen ( $E_a$ ) understiger den  
potentiella ( $E_p$ ) övergår steg ett i steg två. Vattenhalten i nivån 0-10 cm  
är i allmänhet vid övergången ca 90-95 % av den vid fältkapaciteten. Steg  
två kännetecknas av en hela tiden avtagande evaporationshastighet. Under  
steg två utöver profilens egen förmåga att leverera och transportera  
vatten större inverkan på evaporationshastigheten än de klimatiska  
faktorerna. När det tredje steget börjar är evaporationshastigheten mycket  
låg och tämligen konstant. Någon entydig och/eller praktisk gräns mellan  
steg två och tre finns ej.

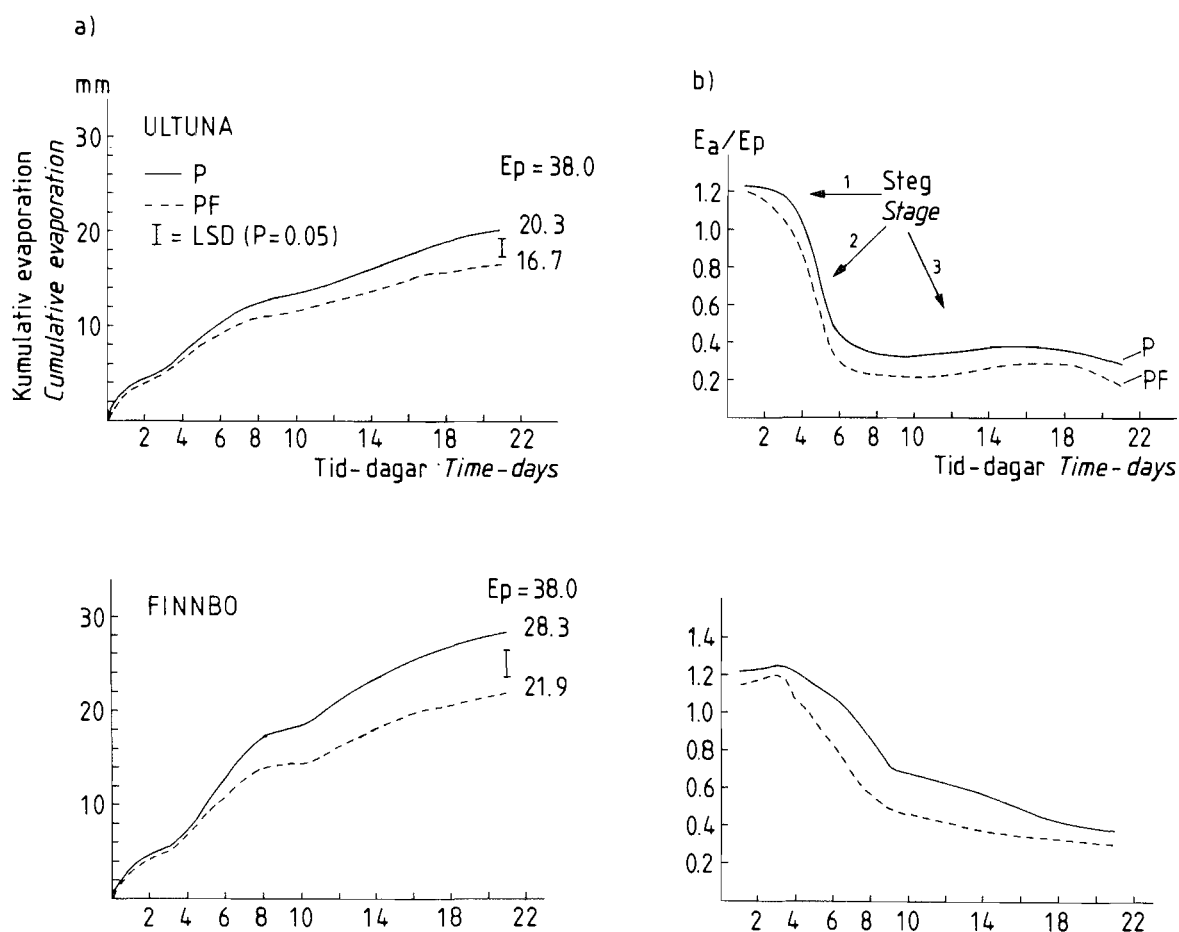
Vid start av serie I var vattenhalten i såbädden genomgående mycket lägre  
än vid fältkapaciteten. Evaporationshastigheten var på båda försöksplat-  
sorna redan under de första dygnen under 1 mm/dygn och tämligen konstant.  
Några signifikanta ledskillnader noterades ej vid mätperiodens slut. I  
genomsnitt var dock den kumulativa evaporationen något lägre i det  
plöjningsfria ledet (fig 2).



Figur 2. Serie I. Effekten av plöjningsfri odling på kumulativ evaporation under nederbördsfria förhållanden. P = konventionell bearbetning, PF = plöjningsfri odling,  $E_p$  = potentiell evaporation.

Signifikata och betydligt större ledskillnader uppmättes däremot i serie II som återspeglar förhållandet efter nederbörd (fig 3 a och b). I fig 3 b kan de tre avdunstningsstegen klart urskiljas och av figuren framgår också att steg ett på båda försöksplatserna varat längre i det plöjda ledet samt att evaporationshastigheten under alla tre stegen genomgående varit högre i det plöjda ledet.

Vid genomförandet av serie II kunde med blotta ögat konstateras en tidigare upptorkning av ytskiktet i de "plöjningsfria" lysimeterna (en bättre "self-mulching"), vilket också återspeglas i fig 3 b genom en förkortning av steg ett. Den tidigare upptorkningen orsakades förmodligen i första hand av att en mindre igenslammad såbädd, p g a en större mängd oförmultnade skörderester och stabilare aggregat (Rydberg, 1986), medfört en förbättrad dräneringsförmåga och en försämrad kapillaritet. Upptorkningen borde likaså ha befrämjats av en större mängd oförmultnade skörderester och stabilare aggregat i nivån från harv - till stubbearbetningsdjup. Den i många sammanhang påvisade och/eller omtalade förbättringen av porkontinuiteten i obearbetad jord (Ehlers, 1975; Goss et al., 1978; Douglas et al., 1980) kan också något ha påskyndat upptorkningen av ytskiktet genom att dräneringen i nivåerna under stubbearbetningsdjup förbättras. En större turbulens på ytan i det plöjningsfria ledet, p g a en större mängd kvarvarande grova aggregat (Rydberg & Öckerman, 1987), kan även den ha bidragit till en förkortning av det första steget.



Figur 3 a och b. Serie II. Effekten av plöjningsfri odling efter riklig bevattning på kumulativ evaporation (a) och relativ evaporationshastighet,  $E_a/E_p$ , (b).  $E_a$  = aktuell evaporation.  $E_p$  = potentiell evaporation.

Den lägre aktuella evaporationen under steg ett i det oplöjda ledet på både Ultuna och Finnbo (fig 3 b) har troligtvis i första hand orsakats av en större reflektion av inkommande solstrålning p g a en större mängd oförmultnade skörderester i ytskiktet i det oplöjda ledet. Genom reflektionen reduceras mängden tillgänglig energi för ångbildning. Under steg två och tre har sedan evaporationsförloppet i allt större omfattning styrts av den enskilda profilens förmåga och möjlighet att leverera vatten. En försämrad kapillaritet i nivån 0-10 cm i de "plöjningsfria" lysimetrarna kan antas vara den främsta orsaken till lägre evaporation under steg två och tre. Som framgår av fig 3 b blir differensen i aktuell evaporation mellan det plöjda och icke plöjda ledet allt mindre och mindre, i synnerhet på Finnbo. Möjligt är att kurvorna vid en förlängning av torrperioden skulle ha korsat varandra och att den plöjningsfria

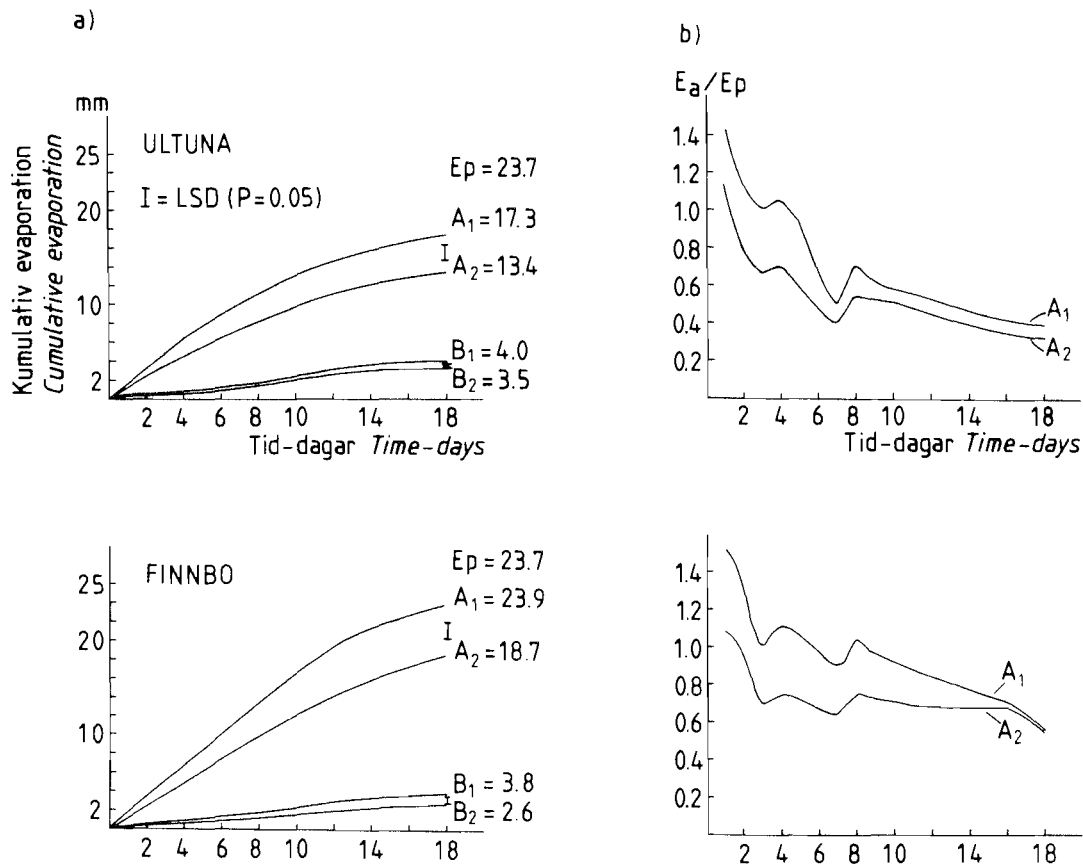


odlingens positiva effekt på vattenhushållningen därigenom skulle ha reducerats eller försvunnit helt. Värdet av en reducerad evaporation i ett kortare tidsperspektiv förringas för den skull under inga omständigheter, då den i vissa situationer kan vara helt avgörande för en grödas groning och uppkomst. I vårt klimat är också torrperioderna så korta att den initiala reduktionen väger tyngst.

Resultaten från serie III, där oförmultnade skörderesters effekt på evaporationen redovisats, redovisas i fig 4 a och b. Iögonfallande är skörderesternas stora reducerande effekt på den kumulativa evaporationen efter bevattning (fig 4 a). Observera att skörderesterna reducerat mängden avdunstat vatten mer på den kapillära jorden både vid bevattning och torr såbädd. För att bättre åskådliggöra skörderesternas effekt på evaporationshastigheten och dess förkortning av steg ett vid bevattning har här liksom i serie II även den relativa evaporationshastigheten beräknats (fig 4 b).

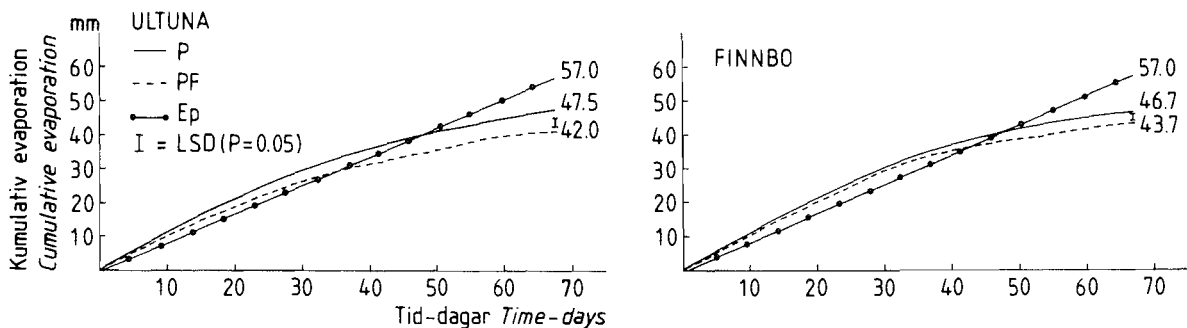
En styv lera brukar vid ej alltför låg potentiell evaporation betraktas som en jord med god "self-mulching-förmåga", medan så icke är fallet med en kapillär mjällig lättlera. En inblandning av skörderester i ytskiktet på dessa jordar borde därför, i ett kortare tidsperspektiv efter nederbörd, reducera den totala evaporationen mer på mjälalättleran än på den styva leran. Detta illustreras med önskvärd tydlighet i serie III, trots en förhållandevis låg potentiell evaporation. Värdet av skörderesternas positiva verkan på vattenhushållningen framstår än klarare om också hänsyn tas till att rotutvecklingen på en mjälalättlera ofta är begränsad till matjorden samt att matjorden vid hög potentiell evaporation mycket hastigt kan förlora allt växttillgängligt vatten. Matjordens snabba uttorkning är en kombinationseffekt dels av en ringa "self-mulching-förmåga" och dels alvens oförmåga att förse matjorden med vatten i den takt som vatten levereras till atmosfären.

Om vattentransporten genom torr såbädd i större utsträckning är kapillär på en mjälalättlera än på en styv lera skulle detta kunna förklara varför skörderesterna vid torr såbädd ( $B_1$  och  $B_2$ ) reducerat totalevaporationen mer på Finnbo än på Ultuna.



Figur 4 a och b, Serie III. Effekten av oförmultnade skörderester ( $0,5 \text{ kg/m}^2$ ) i såbädden på kumulativ evaporation (a) och på relativ evaporationshastighet,  $E_a/E_p$ , efter bevattning (15 mm) (b). A<sub>1</sub> = utan skörderester, bevattnat; A<sub>2</sub> = med skörderester, bevattnat; B<sub>1</sub> = utan skörderester, torr såbädd; B<sub>2</sub> = med skörderester, torr såbädd.

Att de strukturella förändringar som uppstått vid plöjningsfri odling i lagren under sådjup varit av tillräcklig omfattning för att påverka evaporationen framgår av resultaten från serie IV (fig 5). Båda försöksplatsernas uppvisade en lägre kumulativ evaporation i det plöjningsfria ledet. Trots små skillnader mellan leden är det ändå möjligt att utifrån figur 5 konstatera att övergång från steg ett till steg två även i denna serie inträffat något tidigare i det plöjningsfria ledet. Effekten på den kumulativa evaporationen blir i detta fall emellertid inte speciellt stor.



Figur 5. Serie IV. Skillnad i kumulativ evaporation mellan plöjt led (P) och plöjningsfritt led (PF) då såbädden avlägsnats.

Även i serie IV torde en större mängd oförmultnade skörderester och stabilare aggregat i ytskiktet (nivån närmast under såbädden) till stora delar förklara den genomgående lägre evaporationen i de "plöjningsfria" lysimetrarna. I serie IV uppmättes ej någon högre totalevaporation från Finnbo. Med största sannolikhet var orsaken till detta en alltför låg potentiell evaporation (0,85 mm/dygn). Vid en motsvarande studie utomhus och med ett  $E_p$ -värde på i genomsnitt 1,4 mm/dygn noterades däremot en högre totalevaporation från Finnbo.

#### Avslutande synpunkter

Resultaten visar att den plöjningsfria tekniken, genom framför allt en mindre igenslamning av såbädden p g a en förbättring av aggregatstabiliteten och en större mängd oförmultnade skörderester, reducerat evaporationshastigheten. Detta måste anses som mycket värdefullt speciellt inom områden där nederbörden efter sådd och fram till det att grödan täcker markytan ej är tillräcklig för optimal beståndsutveckling. I Sverige och i synnerhet i de östra delarna är nederbörden efter vårsådd många gånger alltför ringa. Mot bakgrund av detta framstår det därför som mycket angeläget att pågående arbeten med att konstruera nya såmaskiner som bemästrar rikliga mängder skörderester i såbädden, ges hög prioritet.

Den plöjningsfria teknikens förbättring av vattenhushållningen måste även anses som speciellt värdefull på struktursvaga och kapillära jordar, dels eftersom dessa mycket lätt slammar igen, dels eftersom dessa efter

igenslamning mycket hastigt kan förlora allt växttillgängligt vatten i matjorden och dels eftersom rotutvecklingen på dessa många gånger är begränsad till matjorden. Dessutom visar evaporationsstudierna att plöjningsfri teknik reducerat evaporationen mer på mjälalättleran än på den styva leran. Liknande resultat hade förmodligen erhållits i jämförelse med de flesta övriga jordarter. I Sverige har också den plöjningsfria odlingen varit mest framgångsrik på de kapillära och struktursvaga mjälalättlerorna (Rydberg, 1987), trots uppenbara packningsskador. Internationellt betraktas däremot en jord med högt mjälainnehåll som mindre lämplig för direktsådd eller plöjningsfri odling, p g a packningsproblemen (Cannell et al., 1978; Riley, 1983).

### Litteratur

- Andersson, S., 1969. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XVIII. Om en ny och enkel evaporimeter. Grundförbättring, 22: 59-66.
- Cannell, R. Q., Davies, D. B., Mackney, D. and Pidgeon, J. D., 1978. The suitability of soils for sequential direct drilling of combine-harvested crops in Britain: a provisional classification. Outl. Agric., 9: 306-316.
- Douglas, J. T., Goss, M. J. and Hill, D., 1980. Measurements of pore characteristics in a clay soil under ploughing and direct drilling, including use of a radioactive tracer ( $^{144}\text{Ce}$ ) technique. Soil Tillage Res., 1: 11-18.
- Ehlers, W., 1975. Observations on earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. Soil Sci., 119: 242-249.
- Goss, M. J. Howse, K. R. and Harris, W., 1978. Effects of cultivation on soil water retention and water use by cereals in clay soils. J. Soil Sci., 19: 475-488.
- Lemon, E. R., 1956. The potentials for decreasing soil moisture evaporation loss. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 20: 120-125.
- Riley, H., 1983. Redusert jordarbeiding og halmbehandling til vårkorn på ulike jordarter. II. Jordfysiske forhold. Kise, Norge. Forsk. Fors. Landbr., 34: 221-228.
- Rydberg, T., 1986. Markfysikaliska och markkemiska effekter av plöjningsfri odling. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 70, 35 s.
- Rydberg, T., 1987. Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975-1986. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 76, 35 s.
- Rydberg, T. and Öckerman, T., 1987. Plöjningsfri odling - dess inverkan på rotutveckling och evaporation. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 74, 52 s.

## VIRKNINGEN AV REDUSERT JORDARBEIDING PÅ JORDTEMPERATUREN

### Innledning

Mange forsøk har vist betydningen av jordtemperaturen på plantens vekst og utvikling. Allerede så tidlig som 1900, ble det vist at luft- og jordtemperaturen er viktige og ofte kritiske faktorer for planteveksten (RICHARDS et al., 1952). Tidlig ble det klart at jorda selv var en viktig faktor for temperaturregimet i jorda. WOLLNY (1896, 1897) undersøkte f.eks. temperaturforholdene i ulike jordarter. KING (1893) studerte betydningen av både valsing og bearbeidingsdybde på jordtemperaturen. Virkningen på jordtemperaturen av plantester på overflata og av et plantedekke ble undersøkt av BOUYOUCOS (1913). VAN DUIN (1956) utførte et grunnleggende studie med hensyn på virkningen av jordarbeiding på de termiske forholdene i jorda.

Dette forsøket ble utført på Norges Landbrukshøgskole, Ås, i sommersesongene 1983 og 1984. Jorda på forsøksfeltet var ei mellomleire (0-24 cm) over ei siltig lettleire (24-35 cm). Tre jordarbeidingssystemer ble kombinert med ulik pakking og halmdekking. Behandlingene var som følger;

### Jordarbeiding

Konvensjonell: Høstpløying til 20 cm, slodding og harving.

Redusert: Ingen pløying, men harving til 5-7 cm.

Direktesåing: Ingen jordarbeiding.

### Pakking

Ingen pakking: Ingen pakking etter såing.

Tromling: Tromling med Cambridge-trommel.

Pakking: En gangs kjøring, hjul i hjul med traktor (25kN).

## Halmdekking

Uten halm: Bar overflate.

Med halm: 4000 kg ha<sup>-1</sup> tørr halm.

## Jordtemperatur

Måling av jordtemperatur ble foretatt ved bruk av termoelementer (kopper-konstantan), datalogger og mikrodatamaskin. Normalt ble temperaturen målt hver time i 2, 6 og 24 cm dybde. Den delen av forsøksfeltet hvor temperaturen ble registrert, ble holdt uten vekst. Resultatene som er behandlet her, er fra mai 1983 og mai 1984.

## Jordarbeiding

Middeltemperaturen i dybdene 2, 6 og 24 cm var ikke forskjellig for konvensjonell jordarbeiding og direktesåing (tabell 1). Redusert jordarbeiding førte til en høyere middeltemperatur i de nevnte dybdene enn de to andre jordarbeidingssystemene. Årsaken til dette kan være mindre reflektert stråling fra disse rutene fordi overflata hadde grøvre struktur sammenliknet med de to andre jordarbeidingssystemene.

Maksimum- og minimumverdiene for jordtemperaturen var mer påvirket av jordarbeidingssystem enn middeltemperaturen (tabell 1). I 2 cm dybde var det direktesåing som skilte seg ut ved å ha langt lavere maksimum- og høyere minimumstemperatur enn konvensjonell og redusert jordarbeiding. Dette utgjorde nesten 2°C på temperaturkurvens amplitude. I 6 cm dybde var det konvensjonell jordarbeiding som viste høyest maksimums- og lavest minimumstemperatur av de tre jordarbeidingssystemene. Ved 24 cm var både maksimums- og minimumstemperaturen høyest for redusert jordarbeiding. Det førte til høyere middeltemperatur for redusert jordarbeiding i denne dybden. LAL (1974), MOCK & ERBACH (1977) og GAUER et al. (1982) har rapportert om lavere maksimumstemperaturer i ubearbeidet sammenliknet med bearbeidet jord.

Tabell 1. Jordtemperatur (°C) for ulike jordarbeidingsystem i mai 1983 og 1984.

Dybde	Jordarbeiding	Middel	Maksimum	Minimum	Amplitude
2 cm	Konvensjonell	11.9	18.1	7.2	10.9
	Redusert	12.2	18.5	7.0	11.0
	Direktesåing	12.0	17.0	8.0	9.1
	LSD-5 %/sl	0.1***	0.4***	0.2**	0.7***
6 cm	Konvensjonell	11.5	15.1	8.2	6.8
	Redusert	11.7	14.9	8.8	6.2
	Direktesåing	11.5	14.6	8.7	5.9
	LSD-5 %/sl	0.1***	0.3***	0.2***	0.5**
24 cm	Konvensjonell	10.0	10.5	9.2	1.3
	Redusert	10.3	10.8	9.7	1.1
	Direktesåing	10.0	10.5	9.4	1.1
	LSD-5 %/sl	0.1***	0.2***	0.1***	0.1***

#### Pakking

Pakking av såbedet med traktor påvirket ikke middeltemperaturen i 2 cm dybde (tabell 2). Ved 6 og 24 cm var den pakkede jorda varmere enn den jorda som ikke var pakket. Pakking førte til lavere maksimums- og høyere minimumstemperatur nær overflata. I 6 og 24 cm ble både maksimums- og minimumstemperaturen hevet når jorda ble pakket. Dette indikerte at varmetransporten nedover i jordprofilet hadde vært større i pakket sammenliknet med upakket jord. Den høyere varmeledningsevnen i pakket jord kan bety 4 til 10 % mer akkumulert varme enn i upakket jord (VOORHEES, 1976).

Tabell 2. Jordtemperatur (°C) for ulik pakking, middel for mai 1983 og 1984.

Dybde	Pakking	Middel	Maksimum	Minimum	Amplitude
2 cm	Upakket	12.0	18.2	7.3	10.9
	Pakket	12.1	17.5	7.8	9.7
	LSD-5 %/sl	ns	0.3***	0.1**	0.4***
6 cm	Upakket	11.4	14.7	8.4	6.3
	Pakket	11.7	15.7	8.7	6.3
	LSD-5 %/sl	0.1***	0.2***	0.1***	ns
24 cm	Upakket	9.9	10.4	9.3	1.1
	Pakket	10.3	10.8	9.5	1.2
	LSD-5 %/sl	0.1***	0.1***	0.1***	0.1***

#### Halm på overflata

Dette forsøket viste at planterester på overflata senket middeltemperaturen i 2, 6 og 24 cm dybde med henholdsvis 2.5, 2.1 og 1.4 °C. (tabell 3). Maksimumtemperaturen i disse dybdene ble redusert enda mer. Halmens isolerende virkning ga en økning i minimumtemperaturen i 2 og 6 cm dybde. Ved 24 cm dybde ble også denne redusert. Disse resultatene tydet på at halmen har en isolerende virkning, men også at det reflekteres mer av solenergi fra ei overflate med enn uten halm. VON HOYNINGEN-HUENE (1971) bestemte refleksjonen fra frisk halm til å være det dobbelte av refleksjonen fra ei bar jord.

I mange av forsøkene som er utført for å finne virkningen av jordarbeiding på jordtemperaturen, har konklusjonene vært at det er mengden planterester på overflata som er den viktigste faktoren (GRIFFITH et al., 1973; CARTER & RENNIE, 1985; POTTER et al., 1985 og UNGER, 1978).



Tabell 3. Jordtemperatur (°C) for jord med og uten halm på overflata, middel for mai 1983 og 1984.

Dybde	Halm	Middel	Maksimum	Minimum	Amplitude
2 cm	Uten	13.1	20.2	7.6	12.6
	Med	10.6	12.5	8.9	3.5
	LSD-5 %/sl	0.2***	0.5***	0.3***	0.7***
6 cm	Uten	12.5	16.6	8.9	7.7
	Med	10.4	11.7	9.2	2.5
	LSD-5 %/sl	0.2***	0.4***	0.2***	0.4***
24 cm	Uten	10.7	11.3	9.8	1.5
	Med	9.3	9.5	8.9	0.7
	LSD-5 %/sl	0.2***	0.1***	0.1***	0.1***

#### Termiske egenskaper

De termiske egenskapene i jordsjiktene 2-6 cm og 6-24 cm ble beregnet. Jordas volumetriske varmekapasitet (Cv) ble bestemt ved å summere produktene av volumandelene (f) og tilhørende volumetriske varmekapasiteter (C) som vist i ligningen (HILLEL, 1980);  $C_v = f_m C_m + f_o C_o + f_w C_w$ . Her representerer indeksene, m, o og w henholdsvis mineralmateriale, organisk materiale og vann.

Termisk diffusivitet (D) ble estimert ved å bruke amplituden (A) til temperaturkurvenes døgnsvingninger i de målte dybder og følgende formel (TAYLOR & ASHCROFT, 1972);

$D: (z_2 - z_1)^2 / t \ln (A_1 / A_2)$ . Her er t periodens lengde, z er dybden og 1 og 2 representerer henholdsvis måledybene 2 og 6 samt 6 og 24 cm.

Varmeledningsevne (k) ble beregnet ut fra ligningen (HILLEL, 1980);  $k = D \cdot C$ .

#### Jordarbeiding

Virkningen av jordarbeidingssystem på jordas termiske egenskaper er vist i tabell 4. Jordas termiske diffusivitet var mindre for redusert jordarbeiding enn for de to andre

jordarbeidingsystemene. Den direktesådde jord viste høyest verdi for termisk diffusivitet i både 2-6 og 6-24 cm dybde. Denne jorda hadde høyere jordtetthet og lavere luftvolum ved pF2 sammenliknet med jorda fra de andre behandlingene. Samme effekten av direktesåing på jordas termiske egenskaper er rapportert av HAY et al. (1978), CARTER & RENNIE (1985), JOHNSON & LOWERY (1985) og POTTER et al. (1985).

Volumetrisk varmekapasitet i dybden 2-6 cm var signifikant høyere for direktesåing sammenliknet med de andre behandlingene (tabell 4). Høyere jordtetthet og høyere vanninnhold i direktesådd jord var årsaken til dette. JOHNSON & LOWERY (1985) fant også høyere volumetrisk varmekapasitet i ubearbeidet enn i bearbeidet jord.

Varmeledningsevnen i dybden 2-6 cm var minst for redusert jordarbeiding og høyest for direktesåing (tabell 4). POTTER et al. (1985) viste at varmeledningsevnen var 20 % høyere ved "null-jordarbeiding" sammenlignet med konvensjonell jordarbeiding.

Tabell 4. Termiske egenskaper i jord for tre ulike jordarbeidingsystemer.

Dybde	Jordarbeiding	Termisk diffusivitet ( $10^{-2} m^2 s^{-1}$ )	Vol.varmekapasitet ( $MJ m^{-3} K^{-1}$ )	Varmeledningsevne ( $10^{-1} W m^{-1} K^{-1}$ )
2-6 cm	Konvensjonell	3.4	1.95	6.6
	Redusert	2.3	1.94	4.6
	Direktesåing	3.8	2.13	8.2
	LSD-5%/sl	0.9*	0.09**	1.7**
6-24 cm	Konvensjonell	3.7	2.44	9.1
	Redusert	3.9	2.41	9.6
	Direktesåing	4.0	2.45	9.7
	LSD-5%/sl	ns	ns	ns

## Pakking

Pakking av såbedet med en traktor som veide 25 kN, påvirket jordas termiske egenskaper i 2-6 cm og 6-24 cm (tabell 5). Termisk diffusivitet og varmeledningsevne økte med 70-80 % ved pakking i 2-6 cm dybde.

Volumetrisk varmekapasitet var høyere i pakket enn i upakket jord. Dette skyldtes høyere jordtetthet i pakket jord sammenlignet med upakket jord.

Tabell 5. Termiske egenskaper i jord med ulik pakking.

Dybde	Pakking	Termisk diffusivitet ( $10^{-7} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ )	Vol.varme- kapasitet ( $\text{MJm}^{-3} \text{K}^{-1}$ )	Varme- ledningsevne ( $10^{-1} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$ )
2-6 cm	Upakket	2.4	1.88	4.5
	Pakket	4.0	2.14	8.5
	LSD-5 %/sl	0.9*	0.15**	1.7**
6-24 cm	Upakket	3.7	2.42	8.9
	Pakket	4.1	2.45	10.0
	LSD-5%/sl	0.1**	ns	0.4**

## Halm på overflata

Behandlingen av halmen er viktig spesielt ved direkte-såing. I dette forsøket viste resultatene at 4000 kg ha<sup>-1</sup> tørr halm påvirket de termiske egenskapene i jorda langt mer enn jordarbeiding og pakking (tabell 6). Termisk diffusivitet, volumetrisk varmekapasitet og varmeledningsevne viste høyere verdier i jord med planterester på overflata sammenlignet med bar jord. Dette skyldtes høyere vanninnhold i jord med halm på overflata. Virkningen av planterester på overflata var signifikant i både 2-6 og 6-24 cm dybde.

Tabell 6. Termiske egenskaper i jord med og uten halm på overflata

Dybde	Halmdekke	Termisk diffusivitet ( $10^{-7} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$ )	Vol.varme-kapasitet ( $\text{MJm}^{-3} \text{K}^{-1}$ )	Varmeledningsevne ( $10^{-1} \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$ )
2-6 cm	Uten	2.9	1.88	5.6
	Med	4.7	2.19	10.5
	LSD-5 %/sl	0.8*	0.10**	2.2**
6-24 cm	Uten	3.8	2.31	8.7
	Med	4.5	2.44	11.0
	LSD-5 %/sl	0.5*	0.10*	1.4**

### Konklusjon

Resultatene av dette forsøket viste at direktesåing reduserte temperaturen i jordas øvre sjikt (0-24 cm) tidlig i vekstsesongen hvis halmen ikke var fjernet. I praksis vil overflata bare være rein for halmrester etter pløying (konvensjonell jordarbeiding). Ved direktesåing vil det alltid bli igjen noe halm, avhengig av behandlingen av denne. I dette forsøket var virkning av halmrester på overflata større enn virkningen av pakking og jordarbeiding. Dette var tilfelle både for jordtemperatur og jordas termiske egenskaper.

I løpet av disse to årene var det ingen signifikante forskjeller i avlingene hverken for jordarbeidingssystem eller pakking (BØRRESEN, 1986). Det var imidlertid mulig å observere at spiringen var forsinket en til to dager når kornet var direktesådd sammenliknet med såing etter konvensjonell og redusert jordarbeiding. I disse forsøkene ble halmen ført tilbake på forsøksrutene før jordarbeiding.

### LITTERATUR

- Bouyoucos, G. J. 1913. An investigation of soil temperature and some of the most important factors influencing it. Mich. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 17: 1-196.

- Børresen, T., 1986. Tre jordarbeidingssystemer for korn kombinert med ulik pakking og halmdekking. Virkning på avling, jordtemperatur og fysiske egenskaper på leirjord i Ås og Tune, 1983-1984. Institutt for jordkultur, Norges Landbrukshøgskole, 156 s.
- Carter, M. R. and Rennie, D. A., 1985. Soil temperature under zero tillage systems for wheat in Saskatchewan. Can. J. Soil Sci., 65: 329-338.
- van Duin, R. H. A., 1956. On the influence of tillage on conduction of heat, diffusion of air, and infiltration of water in soil. Versl. Landbouwk. Onderz., 62.7: 82 pp.
- Gauer, E., Shaykewich, C. F. and Stobbe, E., 1982. Soil temperature and soil water under zero tillage in Manitoba. Can. J. Soil Sci., 62: 311-325.
- Griffith, D. R., Mannering, J. V., Galloway, H. M., Parsons, S. D. and Richey, C. B., 1973. Effect of eight tillage planting systems on soil temperature, percent stand, plant growth, and yield of corn on five Indiana soils. Agron. J., 65: 321-326.
- Hillel, D., 1980. Fundamentals of soil physics. Academic Press, 413 pp.
- von Hoyningen-Huene, S., 1971. Über den Einfluss einer Strohdecke auf den Strahlungshaushalt des Erdbodens. Agr. Meteor., 9: 63-75.
- Johnson, M. D. and Lowery, B., 1965. Effects of three conservation tillage practices on soil temperature and thermal properties. Soil Sci. Soc. Am. J., 49: 1547-1552.
- Lal, R., 1974. No-tillage effects on soil properties and maize (*Zea mays* L.) production in Western Nigeria. Plant

- and Soil, 40: 321-331.
- Mock, J. J. and Erbach, D. C., 1977. Influence of conservation tillage environments on growth and productivity of corn. *Agron. J.*, 69: 337-340.
- Potter, K. N., Cruse, R. M. and Horton, R., 1985. Tillage effects on soil thermal properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49: 968-973.
- Richards, S. J., Hagan R. M., & McCalla T. M., 1952. Soil temperature and plant growth. In: *Soil physical conditions and plant growth*. B. T. Shaw (ed.). *Agron. Monograph 2*. Academic Press, New York: 303-480.
- Taylor, S. A. and Ashcroft , G. L., 1972. *Physical edaphology: The physics of irrigated and non-irrigated soils*. Freeman & Co., San Francisco: 401-412.
- Unger, P. W., 1978. Straw mulch effects on soil temperatures and sorghum germination and growth. *Agron. J.*, 70: 858-864.
- Voorhees, W. B., 1976. Plant response to wheel traffic-induced soil compaction in the Northern Corn Belt of the United States. In: *Proceedings of the 7th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTRO, Uppsala, Sweden, Rap. från Jordarbetningsavd. nr., 45: 44.1-44.6.*
- Wollny, E. 1896. Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse der Bodenarten, (Erste Mittheilung). *Forschn. Geb. Agrik. Phys.* 19: 305-401.
- Wollny, E. 1897. Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse der Bodenarten, (Zweite Mittheilung). *Forschn. Geb. Agrik. Phys.* 20: 133-186.

Jari Haukka

EFFECT OF REDUCED CULTIVATION ON EARTHWORMS

I n t r o d u c t i o n

Earthworms form the major component of animal biomass in arable soil. The ability of earthworms to improve soil fertility is shown in many studies both in pot and field experiments. The mechanisms how they affect on soil are various (Syers and Springett 1984) . Nutrients in earthworm cast are easily available for plants, e.g. phosphorus is about three times as soluble as in soil (Mackay et al. 1983). Cast can also form aggregates and so better soil structure. Earthworm burrows, when abundant are important factor in water infiltration, especially on heavy rains. Burrows act also as route for surface applied fertilizers to pass deeper into the soil. In heavy soils earthworm burrows can form possibility for plant roots to penetrate deeper (Edwards and Lofty 1978). Earthworms can incorporate large part of straw residues in soil.

Soil related farm-management practices can affect earthworms very harshly (Edwards and Lofty 1982). Ploughing destroy permanent burrows of earthworms, this could be more important than direct damage (Springett 1983). Ploughing increases the decomposition rate of plant residues, which could lead to starvation of earthworms. When effects of various practices on earthworms are studied, it must be kept in mind that all species do not react in the same way. Earthworms can be divided in three ecological groups. Anéciques live in deep, permanent vertical burrows and feed on litter that they draw from surface into their burrows (Lumbricus terrestris). Endogéic species form shallow, horizontal burrows and feed on soil organic matter and death plant roots (Aporrectodea caliginosa). Epigéic

species live on surface, under the litter layer. They do not form permanent burrows (Dendrodrilus rubidus).

In this work the effect of various cultivation methods on earthworms is studied.

#### M a t e r i a l a n d m e t h o d s

All the samplings were made in september or in the beginning of november 1987. Earthworms were sampled by formalin method. Two 0.5 m<sup>2</sup> samples were taken from every experimental plot. This method underestimates the population size because especially small specimens are poorly presented. In laboratory worms were determined to species and wet and dry weight of each specimen was measured. Dry weights were between 20 and 30 % of formalin weight (with gut content).

Six field experiments were studied. Three identical experiments of reduced cultivation were carried out on various soil types. Experiments were split-split-plot designs with four replicates (Pitkänen 1986). One factor (glyfosat spraying) was left out, so design reduced to split-plot experiment. The main factor was cultivation method (A1: ploughing, A2: autumn harrowing, A3: spring harrowing), sub-plot treatment factor was handling of straw residues (B1: left on the ground, B2: taken away). Soil type in Jokioinen was heavy clay, in Mouhijärvi clay loam and in Pälkäne fine sand. In Vihti five treatments and four replicates were sampled. Treatments were zero tillage, autumn ploughing, rotatory cultivation, cultivator and harrowing. Soil type was silty clay. The experiment was terminated in 1986. In direct drilling experiment soil type was heavy clay and treatments were autumn ploughing, harrowing and direct drilling. In fallow experiment treatment were fallow with glyfosat (A1B1), fallow with cultivation (A1B2), reduced



cultivation with crop (A2B1) and normal cultivation with crop (A2B2). Soil type for two last experiments were heavy clay, and number of replicates four.

## R e s u l t s a n d d i s c u s s i o n

In reduced cultivation experiments the total biomass of earthworm was affected significantly both by cultivation method and straw handling method (table 1.). Biomasses were quite low in other than clayed soil. It was interesting that the biomass was reduced by ploughing in heavy clay but increased little in fine sand. The straw disposal had negative effect on earthworms. The most abundant species in in all experiments was A. caliginosa. L. terrestris was absent in Pälkäne (fine sand) but well present in other two sites (table 3.)

Table 1. Total dry weights of earthworms ( $\text{g/m}^2$ ) in reduced cultivation experiments. Means with the same letter are not significantly different (Tukey's test, 5%). Treatments declared in text.

	Jokioinen	Mouhijärvi	Pälkäne
A1	0.35 B	0.33 A	0.48 A
A2	2.10 A B	0.66 A	0.29 A
A3	2.48 A	0.84 A	0.16 A
B1	2.23 A	0.62 A	0.41 A
B2	1.06 B	0.62 A	0.21 A

Table 2. Total dry weights of earthworms (g/m<sup>2</sup>) in Vihti, direct drilling and fallow experiments. For more explanation see table 1. and text.

Vihti	Fallow experiment			Direct drilling	
Zero-till.	6.32 A	A1B1	6.34 A	Ploughing	0.77 B
Ploughing	3.42 A	A1B2	0.80 B	Harrowing	1.08 B
Rotatory	4.01 A	A2B1	9.21 C	Dir. drill.	4.61 A
Harrowing	3.91 A	A2B2	5.02 A		
Cultivator	5.90 A				

Table 3. Percentages of species dry weights of whole treatment dry weight. Treatments declared in text.

	A. calig.	A. rosea	A. juv.	L. rub.	L. terr.	Others
Jokioinen						
A1B1	68	6	6	0	21	0
A1B2	43	0	0	0	57	0
A2B1	47	1	3	0	48	0
A2B2	87	0	5	0	7	2
A3B1	60	0	9	0	31	0
A3B2	64	0	13	0	23	0

(continued)

A. calig. A. rosea A. juv. L. rub. L. terr. Others

Mouhijärvi

A1B1	60	0	32	0	6	2
A1B2	48	0	43	1	8	0
A2B1	94	0	6	0	0	0
A2B2	67	0	10	0	22	1
A3B1	48	2	21	0	28	1
A3B2	61	0	17	11	11	0

Pälkäne

A1B1	57	0	25	10	0	8
A1B2	54	0	44	0	0	2
A2B1	79	0	11	9	0	1
A2B2	30	0	60	0	0	10
A3B1	55	0	45	0	0	0
A3B2	79	0	15	0	0	6

Vihti

Zero-till.	19	0	3	1	76	2
Ploughing	19	0	3	19	58	1
Rotatory	32	0	1	29	36	1
Harrowing	25	0	3	4	65	3
Cultivator	16	0	2	4	77	0

(continued)

A. calig. A. rosea A. juv. L. rub. L. terr. Others  
Fallow exp.

A1B1	60	2	10	0	27	1
A1B2	79	2	18	0	0	0
A2B1	51	2	6	0	41	0
A2B2	54	1	3	0	42	0

Direct drilling

Ploughing	89	0	3	0	7	0
Harrowing	59	2	0	0	39	0
Dir. drill.	58	1	9	1	31	0

In Vihti the total biomass was not affected by cultivation method. However earthworm species reacted quite different ways to the treatments. For A. caliginosa no differences could be detected, for L. rubellus rotatory cultivation was the best and zero tillage the worst one, for L. terrestris the situation was just opposite (table 2.).

In direct drilling and fallow experiments A. caliginosa and L. terrestris were the most abundant species. The total biomass was significantly affected by cultivation method (table 2.). In both experiments the species reacted similar way to the cultivation method.

It is evident that cultivation method has strong impact on earthworm biomass and fauna. The effect depends clearly on species and the soil type. The role of earthworms in improving the soil fertility is dependent on the biomass. If we assume that 0.2 g dry weight of soil is eaten by 1 g earthworm (wet weight), then 50 g of earthworms can handle 15 t/ha during the activity period of 150 days. That is quite reasonable estimation for the highest densities in these experiments,

because sampling method always underestimates the biomass. In long term the absence of earthworms could lead to the reduction of soil fertility.

#### R e f e r e n c e s

Bouché, M. B. 1977: Strategiés lombriciennes. Ecol. Bull. 25: 122-132. Stockholm.

Edwards, C. A. & Lofty, J. R. 1978: The influence of arthropods and earthworms upon root growth of direct drilled cereals. J. Appl. Ecol. 15: 789-795.

- 1982: the effect of direct drilling and minimal cultivation on the earthworm populations. J. Appl. Ecol. 19: 723-734.

Mackay, A. D., Springett, J. A. & Syers, J. K. 1983: Origin of effect of earthworms on the availability of phosphorus in a phosphate rock. Soil Biol. Biochem. 15: 63-73.

Syers, J. K. & Springett, J. A. 1984: Earthworms and soil fertility. Plant and Soil 76: 93-104.

Jordbearbejdningsmetoders indflydelse på de mikrobiologiske forhold i jorden.

I forbindelse med nye dyrkningssystemer i landbruget er der opstået et øget behov for ny viden om de mikrobiologiske forhold i marken. Det har både betydning for planternes vækst og for at få klarhed over kvælstoffets veje og afveje i jorden.

I marken findes et righoldigt liv af mikroorganismer og dyr. De vigtigste grupper af mikroorganismer er bakterier, svampe, alger og protozoer. Desuden er der i jorden en række smådyr og blandt de større, regnormene.

Vi ved, at alle disse organismer udgør et nødvendigt led i naturens kredsløb. Jordbunden er afhængig af mikroorganismernes nedbrydning af dødt organisk stof i form af plante- og dyrerester, hvorved der skabes ny plantenæring. Nedbrydningen fremmes af regnormenes sønderdeling af stof. I en naturjord under en skov, en vedvarende græsmark eller en eng, skaffes al plantenæring ved de naturlige nedbrydningsprocesser og kvælstofbinding. Udover hvad der kommer fra jordens naturlige processer tilføres den dyrkede jord plantenæring til erstatning for den næring, der fjernes med afgrøderne. Her spiller mennesket en altafgørende rolle ved at styre >> naturen<< under anvendelse af mekanisk jordbehandling af forskellig art, sprøjtning mod skadelige organismer, samt tilførsel af kunstgødning og staldgødning.

En teskefuld god dansk landbrugsjord kan indeholde op mod 1000 millioner bakterier, 100 meter løbende svampetråd samt mange tusinde alger og protozoer. Størrelsen af den mikrobielle biomasse (vægten af alle mikroorganismene) er undersøgt i forsøg med ensidig bygdyrkning og anvendelse af reduceret jordbehandling i forskellige jordtyper (tabel 1). I de øverste 20 centimeter af overfladejorden var der i sandjord omkring 0,6 tons tørvægt/ha og i lerjord 1,5 tons tørvægt/ha. Ved omregning til friskvægt svarer biomassens størrelse i sandjorden til vægten af 5 køer og i en lerjord til vægten af 20 køer.

Den kvælstof der er indbygget i biomassen varierede mellem 45 kg N/ha i sandjord og 118 kg N/ha i lerjord. De store mængder kvælstof i biomassen viser mikroorganismernes enorme betydning

90.

Tabel 1. Mikrobiel biomasse og indhold af kvælstof i biomassen i forskellige jordtyper (0-20 cm laget).

	Mikrobiel biomasse tons tørvægt/ha	Kvælstof i biomasse kg N/ha
Jyndevad grovsandet jord	0,6	45
Tylstrup finsandet jord	0,6	45
Roskilde fin lerbl. jord	1,0	70
Rønhave fin lerbl. jord	1,3	100
Højer lerjord	1,5	118

som et opbevaringssted for næring, der kan gøres tilgængeligt for planterne. Organisk kvælstof, der omdannes til uorganisk N ved mikroorganismernes nedbrydning, kan andrage op mod 120 kg N/ha/år. Vi ved endnu ikke nøjagtigt, hvor meget af dette kvælstof der stilles til rådighed for planterne, og hvor meget der igen vil indgå i jordens store lager af organisk N.

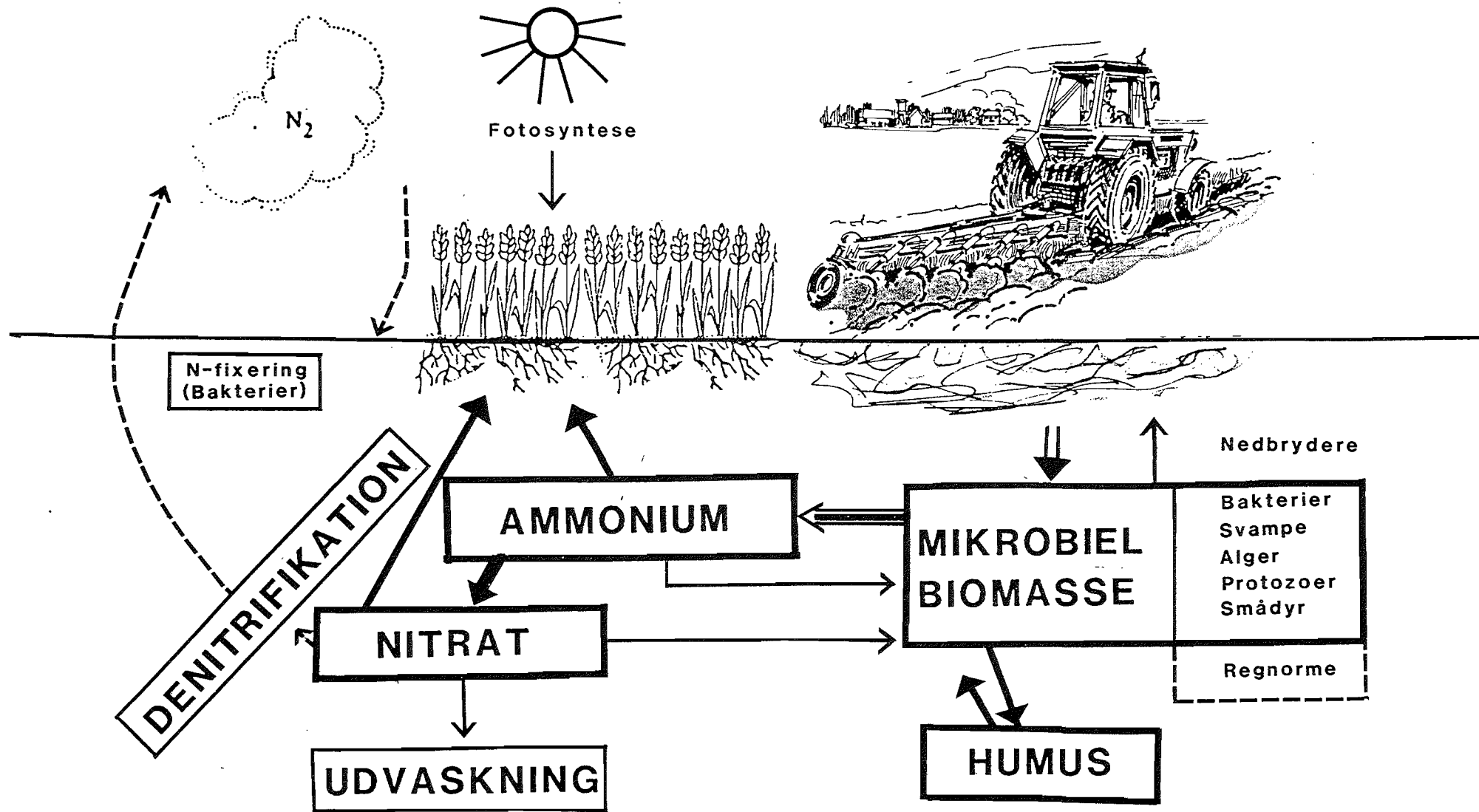
Den mikrobielle biomasse behøver ikke altid at vise de samme tendenser som en måling af mikroorganismernes aktivitet. Det skyldes, at en stor del af organismerne er hvilende og kun nogle af dem tager del i omsætningen af materialet på forskellige tidspunkter, afhængig af det materiale, der skal nedbrydes.

#### Jordbundsorganismer og plantenæring

For at planterester og husdyrgødning kan omdannes til plantenæring i form af uorganisk kvælstof, fosfor, kalium m.m., der kan optages af planterne, er det en forudsætning, at der sker en mineralisering af det organiske materiale (figur 1). Mineraliseringen udføres af jordens mikroorganismer ved anvendelse af deres enzymer. Mikroorganismene fungerer tillige som en midlertidig oplagringstank for plantenæring. De kan også i en periode fastlægge ammonium og nitrat, der er tilført med handelsgødning.

For at mikroorganismene kan omsætte organisk stof således, at der dannes kvælstof for planterne, er det nødvendigt med et kulstof/kvælstof forhold (C/N forhold) i materialet på 20/1 eller derunder. Halm, stub og rodmasse indeholder meget kulstof i forhold til kvælstof. F.eks. har kornhalm et C/N forhold på ca. 100/1, det vil sige, at for hver 100 kg C er der kun 1 kg N. Under disse forhold vil den frigivne kvælstof i form af ammoniak ofte blive optaget af andre mikroorganismer og indbygget i nye celler. Da mikroorganismene er tættere udbredt i jorden end planterødderne, bliver der mindre kvælstof tilovers til planterne under sådanne forhold. Men der forsvinder hele tiden kulstof i form af kuldioxid ved mikrobiologisk aktivitet, og herved indsnævres forholdet mellem kulstof og kvælstof efterhånden, og når det er omkring 20, har mikroorganismene overskud af kvælstof, der så kan udnyttes af planterne. For at fremme nedbrydningen af for eksempel halm kan man





Figur 1. KVÆLSTOFFETS KREDSLØB I EN MARK.

indsnævne C/N forholdet ved tilsætning af uorganisk kvælstof til jorden.

Når der tales om C/N forholdet, ved vi, at det er en tilnærmelse til den væsentlige parameter, som er forholdet mellem det let omsættelige kulstof (energistof) og kvælstof. Det er fordi visse C og N forbindelser i det organiske stof er svært tilgængelige for mikroorganismene, og derfor kan disse forbindelser ikke let mineraliseres. For eksempel er lignin med et lavt kvælstofindhold, som findes i mange planter, en dårlig energikilde for de fleste jordbundsorganismer. Skønt dette materiale har et højt C/N forhold, vil et sådant materiale ikke umiddelbart forårsage nogen stor binding af kvælstof. Men på trods af disse forbehold har C/N forholdet fundet en udbredt anvendelse til at karakterisere en jords organiske materiale, blandt andet det der tilføres i form af planterester.

Nitrat kan udover at optages i planterne også forsvinde på andre måder, enten ved udvaskning til dræn og grundvand eller ved at visse bakterier omdanner nitrat til luftformige forbindelser ( $N_2$  og  $N_2O$ ), der forsvinder op i atmosfæren. Denne proces kaldes denitrifikation.

Fritlevende kvælstofbindende bakterier kan optage luftens kvælstof og omdanne det til en plantetilgængelig form. Ved bælgplantedyrkning kan bakterier, der lever i symbiose med planterødderne, optage luftens kvælstof. Planterne får tilført kvælstof og mikroorganismene får tilført næring fra planterødderne.

#### Humus, jordstruktur og forurening af jorden

Mikroorganismene har også betydning for dannelsen af humus. Humus er organiske komplekse forbindelser, der påvirker en jords kvalitet. Mikroorganismene kan også midlertidigt nedbryde tidligere dannet humus, så jordens humusindhold er derfor bestemt af en ligevægt mellem opbygning og nedbrydning. Men humusstoffernes komplicerede kemiske struktur og deres kontakt med jordpartikler gør, at den mikrobielle nedbrydning forløber langsomt. Det vil sige, at der fra reservoiret af humus i jorden leveres en lille, men jævn forsyning af uorganisk kvælstof. Ved mikroorganismernes indvirkning på jordens humusindhold får organismene en indirekte indflydelse på en jords struktur og vandholdende evne.

Ved moderne landbrugsdrift sker der en forurening af jorden,

blandt andet ved anvendelse af sprøjtemidler. Det er derfor vigtigt for plantevæksten, at jorden er forsynet med en effektivt virkende selvrensningmekanisme i form af en aktiv mikroflora, der kan nedbryde sådanne forbindelser til kuldioxid og vand.

#### Mikroorganismer og landbrugspraksis

Landbrugspraksis påvirker en række faktorer i jorden, der har betydning for mikroorganismene. Det er jordens indhold af organisk stof, plantenæring, pH, iltforbrug, fugtighed og temperatur.

En landbrugsdrift, der har en gunstig virkning på de mikrobiologiske processer i jorden, skulle i almindelighed forventes også at have en gunstig virkning på jordens almentilstand og desuden på dens produktivitet på længere sigt. Ud fra laboratoriets forskning i de senere år ser det dog ikke ud til, at produktiviteten altid følges af en biologisk gunstig tilstand, sandsynligvis fordi en stor mikrobiologisk biomasse i en jord midlertidigt kan binde ammonium og nitrat fra tilført handelsgødning, således at planterne kommer til at mangle disse stoffer.

#### Pløjning eller pløjefri dyrkning?

Hvad sker der med jordbødens biologiske tilstand, hvis en traditionel jordbehandling med pløjning erstattes med direkte såning uden pløjning af jorden? Det vides, at en sigtning eller blanding af jordprøver i laboratoriet, forårsager en stimulering af mikroorganismernes aktivitet i jorden. Denne stimulering er normalt kortvarig og efterfølges af en tilsvarende nedsat aktivitet. Umiddelbart skulle man tro, at en kraftig jordbearbejdning i form af pløjning ude i marken vil give en lignende effekt. Men her er effekten meget afhængig af årstiden, hvor jordbehandling foregår, og af indholdet af let omsætteligt organisk materiale i jorden.

Ved Statens Planteavlslaboratorium er der i perioden 1983-1986 undersøgt, hvordan mikroorganismene reagerer, når pløjning erstattes med en direkte såning uden at pløje jorden. Forsøgene er udført i samarbejde med Jyndevad Forsøgsstation i tre for-

skellige jordtyper.

I tabel 2 er vist en fysisk-kemisk karakteristik af jordene (gennemsnit af alle prøveudtagninger). På alle lokaliteter var der en ophobning af kulstof i overfladen af den pløjefri jord. Dette blev ikke fundet i den pløjede jord. I 2-10 cm's dybde var der ingen eller kun mindre forskelle imellem forsøgsbehandlingerne. Indholdet af total N og C/N forholdet var ret ens for de forskellige behandlinger.

Selv en betragtelig ændring i tilførsel af organisk stof eller i nedbrydningshastighed, vil ikke altid give en målelig forskel i jordens indhold af total organisk kulstof eller kvælstof på en kortere årrække. Dette skyldes, at eventuelle ændringer skal måles imod en stor relativ stabil organisk fraktion. Det menes, at jordens mikrobielle biomasse påvirkes betydelig hurtigere af ændringer i dyrkningssystemer, end det er tilfældet med den totale organiske fraktion.

Den mikrobielle biomasse og aktivitet er undersøgt i forsøg med pløjefri dyrkning i tre forskellige jordtyper (Fig. 2).

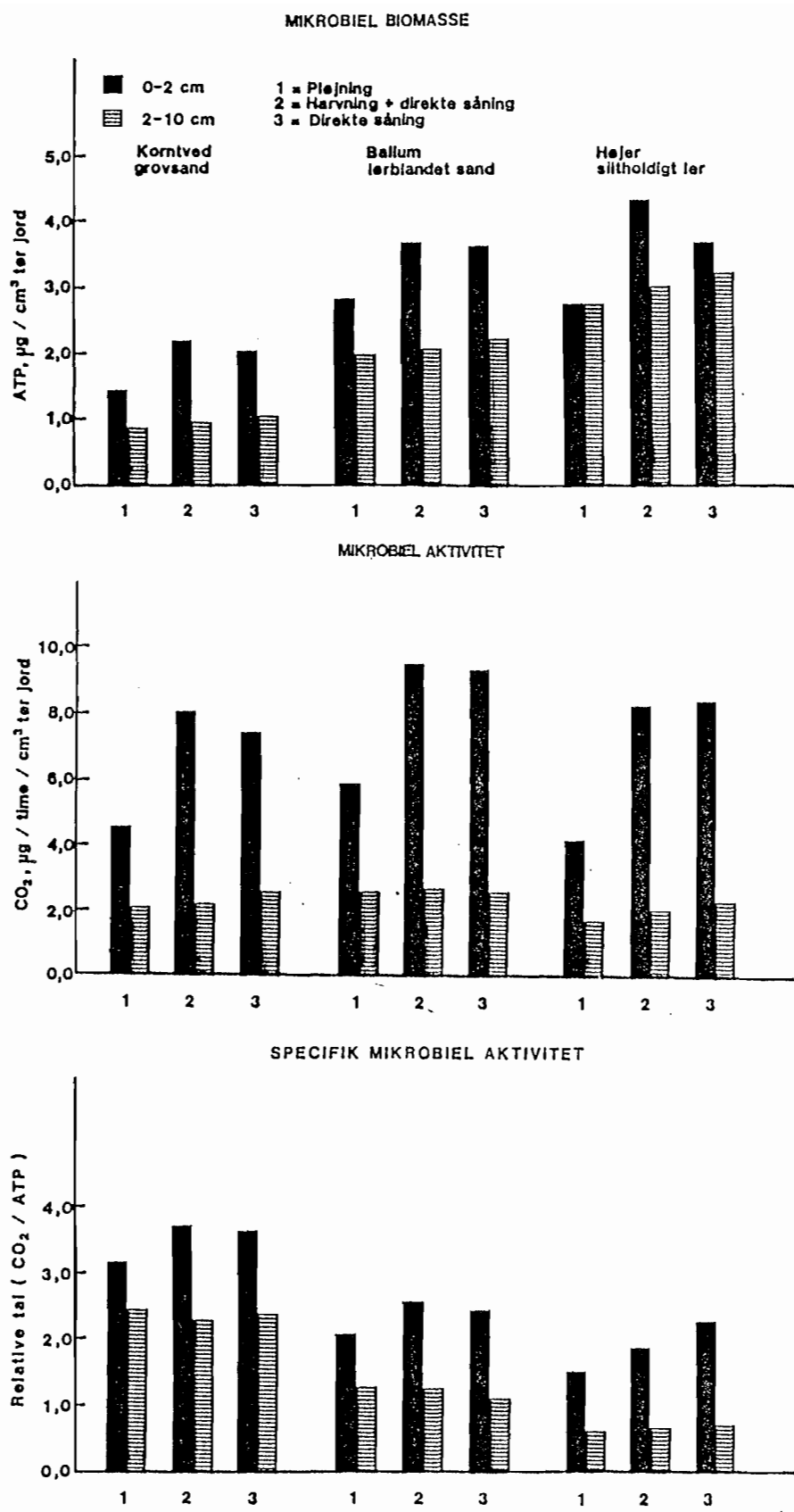
Der var en større biomasse i lerjordene end i grovsand, mens den mikrobielle aktivitet i ens behandlede parceller og dybder ikke var forskellige for de tre jordtyper. På alle lokaliteter var biomassen og aktiviteten i 0-2 cm dybde større i pløjefri jord end i pløjet jord. I 2-10 cm dybde var der kun mindre forskelle imellem jordbehandlingerne, men dog den samme tendens som i overfladen.

Den specifikke mikrobielle aktivitet, udregnet som aktivitet per biomasseenhed, viste, at der er en større specifik mikrobiel aktivitet i sandjord end i lerjord.

De mikrobiologiske resultater er i god overensstemmelse med de kemiske data, som viste, at der efterhånden sker en ophobning af total organisk kulstof og total kvælstof i overfladen, men at de totale mængder i 0-10 cm dybde ikke er ret forskellige i de to behandlinger. Det viser, at mikroorganismerne i marken er meget afhængige af de let omsættelige kulstofforbindelser, og at en kraftig jordbearbejdning som pløjning ikke forårsager en stimulering af organismernes. Til gengæld er pløjningen væsentlig for at få en god fordeling af det organiske materiale i hele pløjelagets dybde. Mikroorganismernes store antal og aktivitet i overfladen i pløjefri jord kan godt være årsag til, at det ofte er vanskeligt

Jordtype			Total	Total	C/N	mg P/g	mg K/g
Jordbehandling og jorddybde		pH (CaCl <sub>2</sub> )	organisk C (%)	N (%)	Ratio	tør jord	tør jord
Korntved grovsand							
Pløjning	0- 2 cm	6,2	1,04	0,10	10,4	0,42	0,13
	2-10 cm	6,3	0,94	0,09	10,4	0,39	0,09
Direkte såning + harvning	0- 2 cm	6,8	1,30	0,11	11,8	0,55	0,13
	2-10 cm	6,1	1,05	0,09	11,7	0,40	0,96
Direkte såning	0- 2 cm	7,0	1,25	0,11	11,4	0,55	0,13
	2-10 cm	6,3	0,99	0,09	11,0	0,41	0,92
Ballum lerbl. sandjord							
Pløjning	0- 2 cm	6,2	1,37	0,13	10,7	0,58	0,28
	2-10 cm	6,2	1,34	0,12	11,2	0,56	0,12
Direkte såning + harvning	0- 2 cm	6,1	1,56	0,15	10,8	0,58	0,30
	2-10 cm	6,2	1,37	0,13	11,0	0,58	0,16
Direkte såning	0- 2 cm	6,0	1,49	0,14	10,6	0,60	0,29
	2-10 cm	6,2	1,37	0,13	10,6	0,58	0,15
Højer siltholdigt lerjord							
Pløjning	0- 2 cm	7,6	1,73	0,18	9,6	0,31	0,30
	2-10 cm	7,7	1,66	0,18	9,2	0,29	0,15
Direkte såning + harvning	0- 2 cm	7,5	2,02	0,21	9,6	0,36	0,40
	2-10 cm	7,6	1,74	0,19	9,2	0,30	0,18
Direkte såning	0- 2 cm	7,4	2,01	0,21	9,6	0,36	0,44
	2-10 cm	7,6	1,71	0,19	9,0	0,29	0,17

Jordprøverne er udtaget hvert efterår i perioden 1983-1986 og resultaterne er gennemsnitstal fra 2 gentagne parceller dyrket i sædskifte med henholdsvis byg og vinterhvede i Ballum og Højerjorde (ialt 4 parceller) og med byg og rug i Korntvedjord.



**Fig. 2**

at opnå de samme høje udbytter, som der kan fås ved traditionel dyrkning.

Forklaringen kan være en af følgende:

1) Den store mikrobielle aktivitet i overfladejorden, ved pløjefri dyrkning resulterer i et iltfattigt miljø, der kan påvirke planterne, 2) den store mikrobielle biomasse i overfladejorden ved pløjefri dyrkning immobiliserer handelsgødningskvælstof, når det tilføres om foråret, eller 3) der er en lavere kvælstofmineralisering i det dybere lag ved pløjefri dyrkning, som vil indvirke på planterødderne.

### Konklusion

(Forsøg med direkte såning)

Effekt af jordbearbejdningsmetoder på mikroorganismene.

- Ved direkte såning uden pløjning var der på alle lokaliteter en ophobning af organisk kulstof i 0-2 cm laget. Det medførte en større mikrobiel biomasse og aktivitet i overfladen ved direkte såning end pløjning. I 2-10 cm dybden var den mikrobielle biomasses størrelse ikke nævneværdig påvirket af forskellige jordbehandlinger.
- Pløjning forårsagede ikke en stimulering af mikroorganismene. Til gengæld var pløjningen væsentlig for at få en god fordeling af det organiske materiale i hele pløjelagets dybde.

Effekt af jordtype på mikroorganismene.

- Den mikrobielle biomasse var større i lerjord end i sandjord.
- Den mikrobielle aktivitet var i samme størrelsesorden i de forskellige jordtyper.
- Den specifikke aktivitet var større i sandjord end i lerjord.

Effekt af afgrøder på mikroorganismene.

- I et sædskifte med vårbyg og vinterhvede var der en større mikrobiel biomasse i jorden under byg end under vinterhvede. (0-2 cm og 2-10 cm laget; både for Højer og Ballum jordene).
- En harvning i forbindelse med direkte såning påvirkede kun lejlighedsvis biomassens størrelse.
- I et sædskifte med vårbyg og rug i grovsand (Korntved) var

der ingen forskelle af afgrøderne på den mikrobielle biomasse.

-Der var kun lejlighedsvis forskelle på størrelsen af den mikrobielle aktivitet i jord med forskellige afgrøder.



Lars Bakken

## JORDBEARBEIDING: VIRKNING PÅ ANAEROBITET OG DENITRIFIKASJON

### Innledning

Jordstrukturen er en av mange faktorer som avgjør utbredelsen av anaerobitet og denitrifikasjon i jord. Normalt utgjør anaerobe bakterier en liten andel (1-5%) av den totale bakteriefloraen i jord, og en helt ubetydelig del (promiller) av C-flux i jord går via aktivt denitrifiserende bakterier. Dette viser at en overveiende del av jordvolumet er aerobt. CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i luftfylte grovporer i jord er vanligvis under 1%, og bare i korte perioder med stor biologisk aktivitet når den i enkelte soner opp i 6-8% (Buyanovski & Wagner, 1983). O<sub>2</sub>-konsentrasjonen er grovt sett et speilbilde av CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen, og dette innebærer en at O<sub>2</sub>-konsentrasjonen som regel ligger nær atmosfærisk nivå (15-20%). Mikronisjer med anaerobitet og potensiell denitrifikasjon (forutsatt NO<sub>3</sub>) forekommer som "hot spots" i jordvolumet, ofte i forbindelse med partikler av lett nedbrytbart organisk materiale (Parkin, 1987). Større jordaggregater kan ved vannmetting bli anaerobe i sentrum (Smith, 1977), og denitrifikasjons-aktivitet målt i feltforsøk med ulik pakking av jord viste god sammenheng mellom aggregat-størrelse og denitrifikasjonsaktivitet (Bakken et al, 1987). Horn(1985) viste at reduksjon av porevolumet i jord ved komprimering resulterte i lavere redoks-potensial, noe som sannsynligvis fører til større denitrifikasjonsaktivitet.

### Jordstruktur ved redusert jordbearbeiding:

Redusert jordbearbeiding gir langt høyere bulk density i de øvre jordlag enn konvensjonelt bearbeidet jord (Ganzer & Blake, 1978), og dette skulle ut fra erfaringer fra forsøk med komprimering av jord resultere i større anaerobitet og denitrifikasjon. På den annen side er det vist at redusert jordbearbeiding gir et bedre "kanalsystem" (intakte rotkanaler og kanaler etter metemark), og dette vil muligvis kompensere for reduksjon av porevolumet (ibid).

### Virkning av planter og planterester:

Virkning av planterøtter er sannsynligvis viktigere og noe annerledes ved redusert jordarbeiding enn i jord som pløyes årlig. Planterøtter forventes ofte å stimulere denitrifikasjon, men på grunn av planterøttenes vannopptak senkes vanninnholdet i rhizosfæren (Hainsworth & Ailmore, 1986), og en får dermed ingen eller endog negativ effekt på denitrifikasjonen med mindre jorda er nær vannmetning (Bakken, 1988). En annen viktig effekt av røtter er at de skaper kanaler for transport av oksygen gjennom hele jordvolumet (Klemedtsson, 1986), og dette kan være av større betydning ved redusert jordbearbeiding enn i

jord som pløyes årlig.

Tilførsel av halm resulterer ved innblanding i jorda (konvensjonell jordbearbeiding) i en viss økning i denitrifikasjon, men dette N-tapet er helt underordnet i forhold til den mengden N som immobiliseres ved nedbrytningen av halmen (Bakken, 1986). Under redusert jordarbeiding, hvor halmen ev blir liggende på overflaten, vil stimulert immobilisering på grunn av halmtilførsel spille en liten rolle, mens denitrifikasjonen fortsatt vil kunne stimuleres (Aulakh et al 1984). Dette kan i noen grad tilskrives tilførsel av lett-løselig organisk C fra halmen (tilført jorda ved utvasking fra halmlaget), men skyldes sannsynligvis først og fremst et høyere vanninnhold ( redusert fordamping).

### **Anaerobitet/denitrifikasjon v redusert jordarbeiding**

Detaljstudier av jord fra feltforsøk har vist at redusert jordarbeiding gir økende andel anaerobe bakterier, samt akkumulasjon av organisk materiale i de øvre 10 cm av jorda (Linn & Doran, 1984). Denitrifikasjonsaktiviteten gjennom jordprofilen viste samme trend: I de øvre 5 cm er aktiviteten størst i jord med redusert jordarbeiding (sml med konvensjonell), mens en i de dypere sjiktene kan finne det omvendte forholdet (Groffman, 1985; Linn & Doran, 1984).

Økning i anaerobitet og denitrifikasjon ved redusert jordarbeiding kan i stor utstrekning tilskrives det høyere vanninnholdet i jorda ved denne driftsformen (Aulakh et al 1984; Rice & Smith, 1982). På tross av den relativt store nedgangen i porevolum ved denne driftsformen, synes derfor jord under redusert jordarbeiding å være ganske effektivt luftet. Sannsynligvis kan dette tilskrives intakte kanalsystemer etter røtter og meitemark. Aggregatstørrelsen kan vel også ha betydning.

### **Betydning for N-behov/N-budsjett:**

Under "normal" dyrking av korn utgjør denitrifikasjon pr år 3-5 kg N ha<sup>-1</sup> (Bakken et al, 1987, Klemmedtsson, 1986). En moderat økning av denne aktiviteten synes i liten grad å kunne forklare det økte N-behov ved denne dyrkingsformen (Rice & Smith, 1982). Netto akkumulasjon av organisk N de første årene med redusert jordarbeiding har sannsynligvis en større del av ansvaret for det økte N-behovet, og det avtar etter noen år med denne driftsformen (Rice et al 1986). Grunnen til den midlertidige akkumulasjonen skyldes sannsynligvis fraværet av jordarbeidingsens stimulerende virkning på mineralisering av organisk materiale (Rovira & Graecen, 1957).

Ref:

Aulakh MS, Rennie DA, Paul EA (1984) The influence of plant residues on denitrification rates in conventional and zero tilled soils. *Soil Sci Soc Am J* 48:790-794.

Bakken LR (1986) Straw decomposition in soil, effects on denitrification and mineralization/immobilization of nitrogen during the autumn and spring. *Meldinger fra NLH* 65 nr 13.

Bakken LR (1988) Denitrification under different cultivated plants: Effect of soil moisture tension, nitrate concentration and plant photosynthetic activity. *Biol Fert Soil* (kommer)

Bakken LR, Børresen T, Njøs A (1987) Effect of soil compaction by tractor traffic on soil structure, denitrification, and yield of wheat (*Triticum aestivum* L). *J Soil Sci* 38:541-552.

Buyanovski GA, Wagner GH (1983) Annual cycles of carbon dioxide levels in soil air. *Soil Sci Soc Am J* 47:1139-1145.

Gantzer CJ, Blake GR (1978) Physical characteristics of le sueur clay loam soil following no-till and conventional tillage. *Agron J* 70:553-557.

Groffman PM (1985) Nitrification and denitrification in conventional and no-tillage soils. *Soil Sci Soc Am J* 49:329-334.

Hainsworth JM, Aylmore LAG (1986) Water extraction by plant roots. *Soil Sci Soc Am* 50:841-848.

Horn R (1985) Auswirkung mechanischer Belastungen auf die Redoxpotentiale von 3 Bodenmonolithen - ein laborversuch. *Z Pflanzenernaer Bodenk* 148:47-53.

Klemedtsson L (1986) Denitrification in arable soil, with special emphasis on the influence of plant roots. PhD thesis SLU Uppsala.

Linn DM, Doran JW (1984) Aerobic and anaerobic microbial populations in no-till and plowed soils. *Soil Sci Soc Am J* 48:794-799.

Parkin T (1987) Soil microsites as a source of denitrification variability. *Soil Sci Soc Am J* 51:1194-1199.

Rice CW, Smith SM (1982) Denitrification in no-till and plowed soils. *Soil Sci Soc Am J* 46:1168-1173.

Rice CW, Smith MS, Blevins RL (1986) Soil nitrogen availability after long-term continuous no-tillage and conventional tillage corn production. *Soil Sci Soc Am J* 50:1206-1210.

## N-UDVASKNING VED DIREKTE SÅNING

### I n d l e d n i n g

Jordbearbejdningen kan groft inddeles i tre grupper:

1. Traditionel jordbearbejdning
2. Reduceret jordbearbejdning
3. Direkte såning

Som de to yderpunkter kan angives mekanisk kvikbekæmpelse, pløjning til 20-25 cm dybde og såbedsharvning som det mest intensive, og direkte såning i stubben som det mindst intensive.

Intensiteten af jordbearbejdningen kan tænkes at påvirke jordens kvælstofbalance direkte - og dermed også kvælstofudvaskningen - på følgende måder:

1. Ved at påvirke vækstbetingelserne og dermed udbyttet og/eller kvælstofoptagelsen.
2. Ved at påvirke jordens luftskifte og dermed kvælstofomsætningen i jorden.
3. Ved at påvirke betingelserne for denitrifikation.
4. Ved at påvirke den mikrobielle biomasse.
5. Ved at påvirke jordbundsfaunaen herunder regnormebestanden.

Ved stigende intensitet af jordbearbejdningen vil omsætningen af efterladte planterester øges og mulighederne for denitrifikation mindskes som følge af det øgede luftskifte.

Ud over intensiteten af jordbearbejdningen bør tidspunkterne for jordbearbejdning også inddrages i vurderingen af jordbearbejdningseffekten på jordens kvælstofbalance.

Fra slutningen af halvfjerdserne er der af Statens Planteavlsvforsøg, Højer, udført enkelte måleprogrammer til belysning af jordbearbejdningens indflydelse på kvælstofudvaskningen. Alle forsøgene er udført i fastliggende forsøg med vårbyg. På en grovsandet jord (JB1) er der i vinterhalvårene fra 1978-82 i gennemsnit målt en kvælstofudvaskning på 52 kg N/ha i forsøgsled, der blev stubharvet, efterårsplojet og såbedsharvet. Ved direkte såning i stubben blev udvaskningen i gennemsnit reduceret med 13 kg N/ha. Tallene dækker dog over store variationer (Djurhuus, 1985).

I vinterhalvårene 1977/78 og 1978/79 er der ved reduceret jordbearbejdning på marskjord fundet en reducereing i udvaskningen på 22 og 13 kg N/ha i forhold til pløjning. Pløjningen foregik om efteråret efter forudgående stubharvninger. Den reducerede jordbearbejdning bestod af en enkelt forårsfræsning til 3-5 cm dybde (Hansen et al., 1980).

I et andet forsøg på samme jord blev udvaskningen i vinterhalvåret 1981/82 reduceret med 12 kg N/ha (upubliceret materiale) ved fræsning i forhold til pløjning, mens der året efter var en stigning på 5 kg N/ha (Schjønning, 1983). Begge jordbearbejdnings foregik sent på efteråret efter forudgående stubbearbejdning.

Disse resulater peger i retning af, at jordbearbejdning kan påvirke kvælstofudvaskningen. Det skal dog bemærkes, at ingen af ovennævnte forskelle er statistisk signifikante.

#### F o r s ø g s m a t e r i a l e   o g   m å l e p r o g r a m

Undersøgelsen er foretaget i et fastliggende forsøg på en grovsandet jord (JB1) i et sædskifte med skiftevis vårbyg og rug. Forsøget var udlagt i 2 marker, således at begge afgrøder fandtes hvert år. Forsøget blev anlagt i 1982 og var beliggende ved Korntved lidt øst for Tønder i Sønderjylland. En nærmere beskrivelse af forsøgsarealet og udbytteforholdene er givet af Rasmussen (1988).

Målingerne er foretaget i rugen i to forsøgsled:

1. Pløjning med efterfølgende såbedsharvning
2. Direkte såning i stubben

Rugen blev gødet med 160 kg N/ha i foråret og vårbyggen med 120 kg N/ha. I 1983 blev byggen dog eftergødet med i alt 80 kg N/ha p.gr.af det meget våde forår.

I begge led blev der foretaget kemisk ukrudtsbekæmpelse.

Forsøget var anlagt som et randomiseret blokforsøg med 4 blokke.

Måleperioderne for kvælstofudvaskning var vinterhalvårene 1983/84, 1984/85 og 1985/86.

I efteråret 1986 blev hele marken pløjet og sået til med rug. I det efterfølgende vinterhalvår blev der målt eftervirkning på kvælstofudvaskningen i de samme parceller som i de forudgående år.

Med 1 uges interval er der i måleperioderne udtaget jordvand i 20 og 80 cm dybde vha. sugeceller. I 20 cm var der 1 sugecelle pr. parcel og i 80 cm 2 pr. parcel, dvs. i alt 4 og 8 sugeceller pr. forsøgsled i hhv. 20 og 80 cm dybde. Jordvandet blev analyseret for nitrat og ammonium.

## B e r e g n i n g s m e t o d e

Udvaskningen af nitrat er beregnet ud fra målingerne i 80 cm dybde på følgende måde:

$$U = \Sigma \frac{A \cdot C}{100}, \text{ hvor}$$

U = udvaskning forbi en given dybde, kg N/ha

A = afstrømning forbi samme dybde, mm

C = koncentrationen af  $\text{NO}_3^-$ -N i samme dybde, mg  $\text{NO}_3^-$ -N/l

For hver mark, hvor målingerne er foretaget, er der beregnet afstrømning fra 1. april 1983 til 31. marts 1987. Afstrømningen er fra 1. april til 31. oktober beregnet vha. vandbalancemodellen WATCROS (Aslyng og Hansen, 1982) og fra 1. november til 31. marts efter samme metode, som der er anvendt i kvælstofbalancemodellen NITCROS (Hansen og Aslyng, 1984). I ca. 26 måneder ud af de 4 år er nedbøren blevet målt på selve forsøgslokaliteten. For de resterende perioder og for de øvrige klimavariabler, der indgår i modellerne, er anvendt data fra nærliggende klimastationer.

## R e s u l t a t e r o g d i s k u s s i o n

I fig. 1a og b er nitratkoncentrationen i hhv. 20 og 80 cm dybde og afstrømningen pr. måned vist. Afstrømningen er hvert år beregnet for bygafgrøden, der blev høstet forud for såning af rugen. I 1986/87, hvor der blev målt i begge marker, er det ligeledes afstrømningen for byggen, der er vist. Der var dog kun ubetydelige forskelle mellem den summerede månedlige afstrømning i de to marker. Som det fremgår af figurene, er det ikke i alle perioder, hvor der har været afstrømning, at der er udtaget jordvand. I foråret 1983, hvor der i april og maj var en afstrømning på over 200 mm, blev en stor del af den tildelte gødning udvasket (Djurhuus og Simmelsgaard, 1988).

I de to somre 1984 og 1985, hvor der ikke blev udtaget jordvand, har der fundet en mindre afstrømning sted. Ligeledes stoppede målingerne i december i 1984 og 1985 pga. frost. Nitratindholdet i jordvandet var dog på disse tidspunkter relativt lave.

Fig. 1a

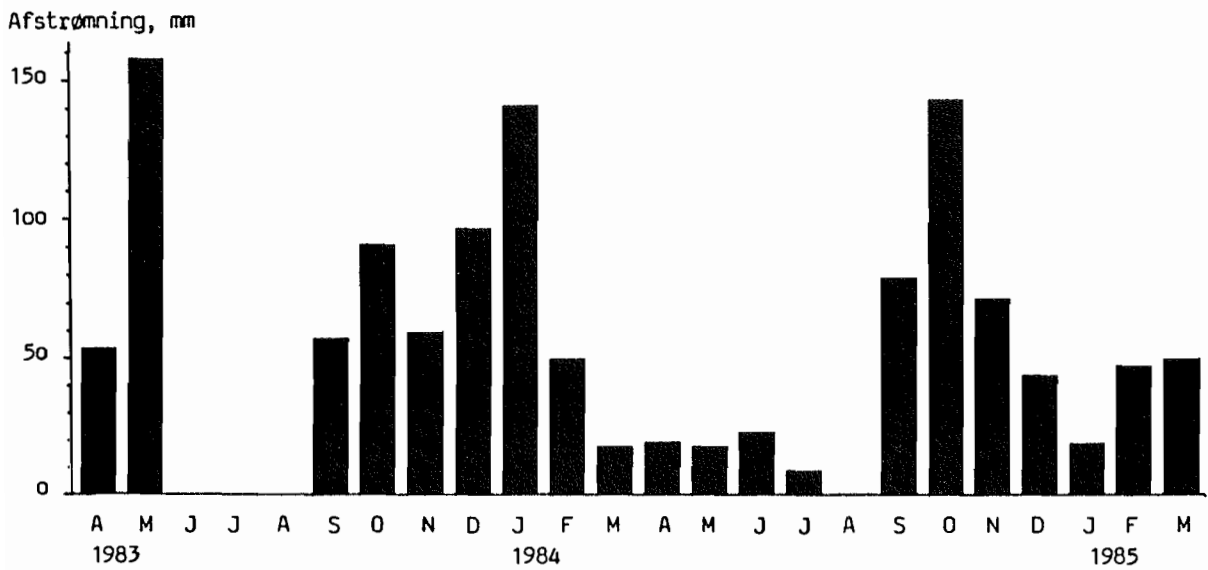
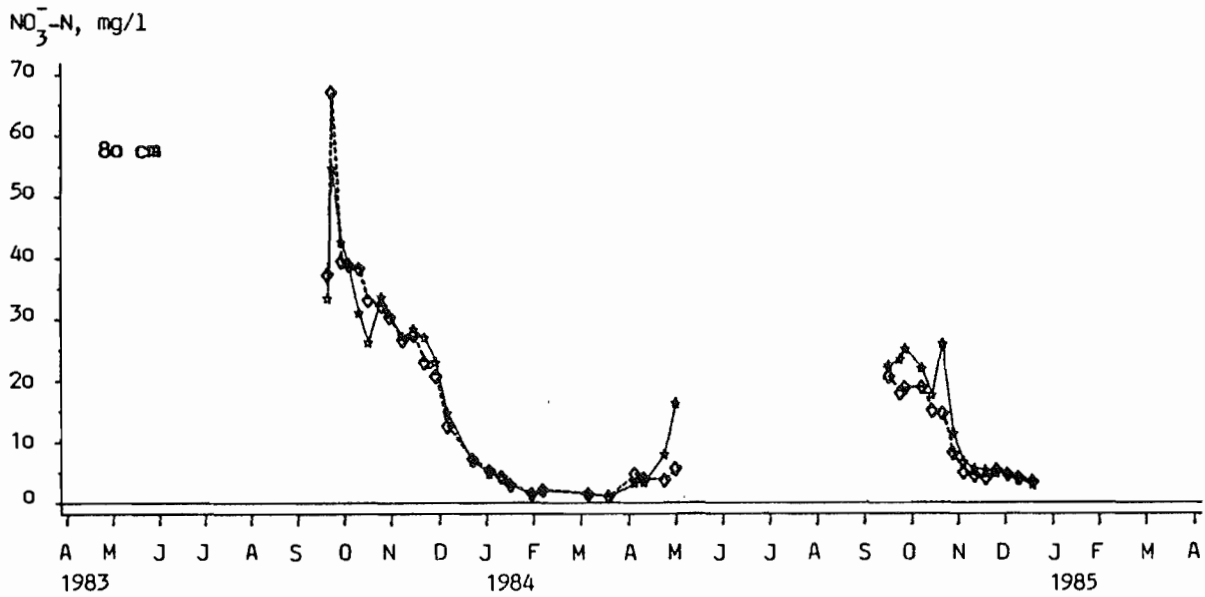
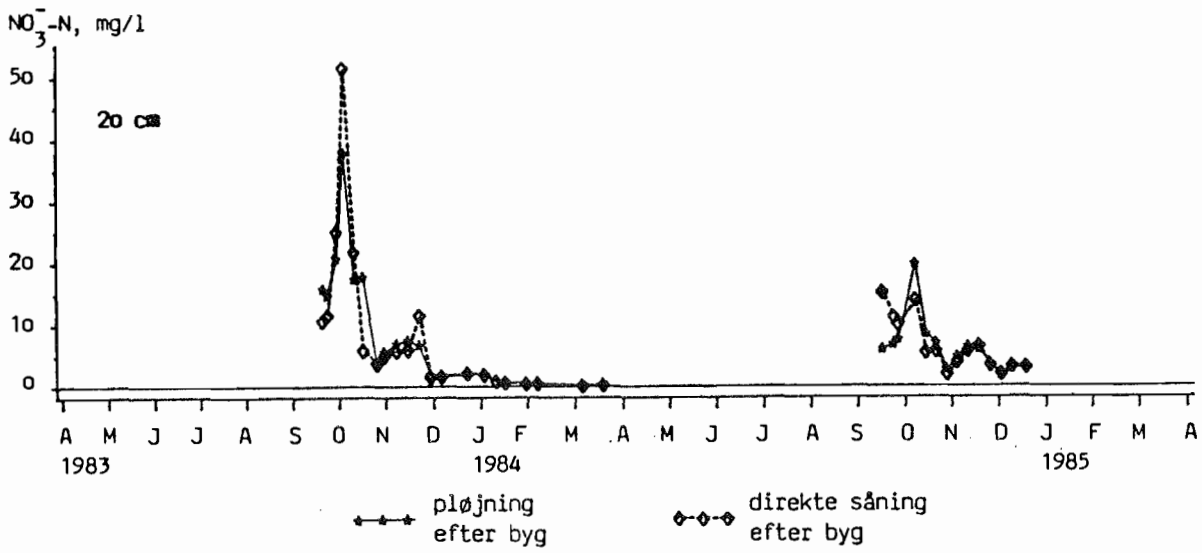


Fig. 1b

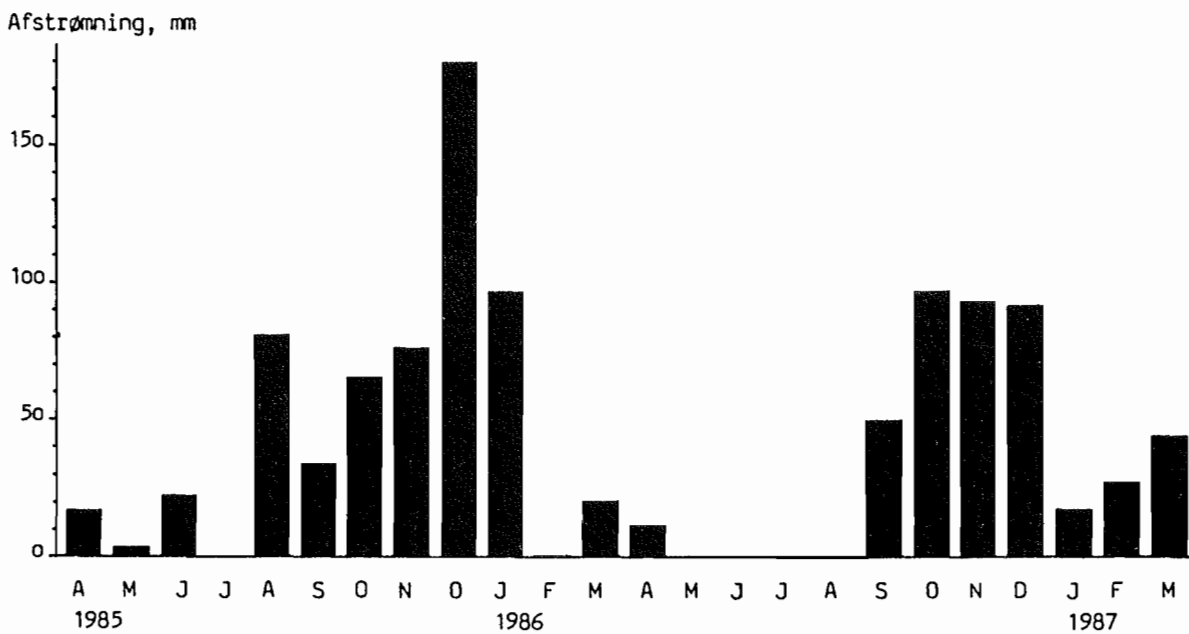
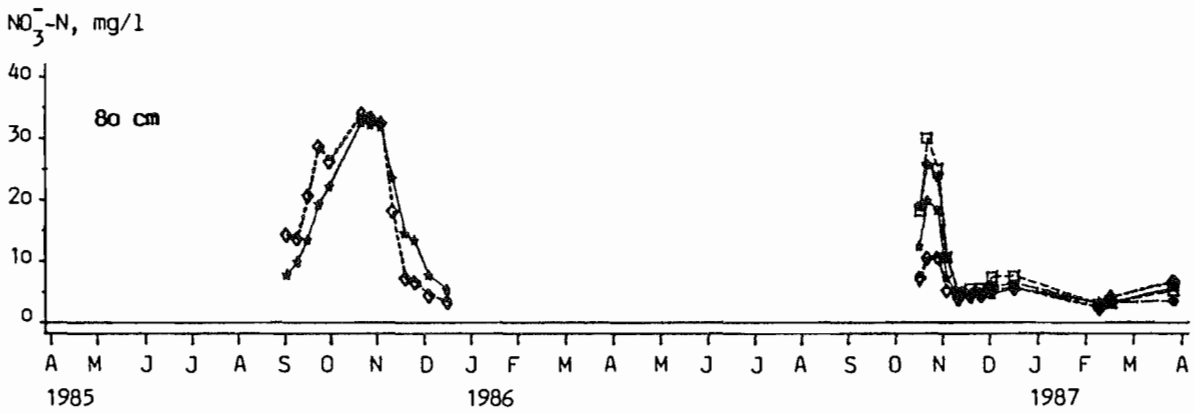
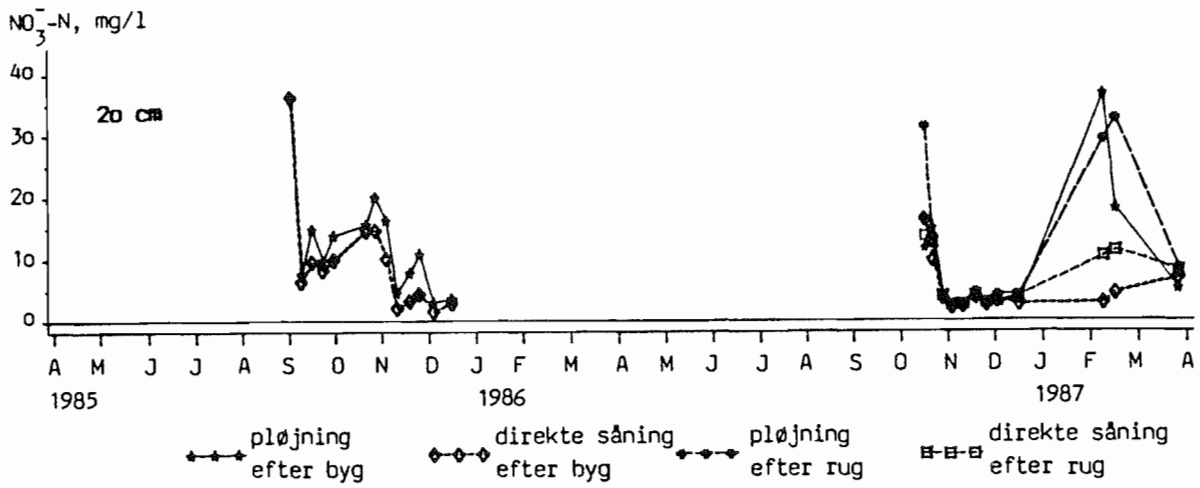


Fig. 1 a+b: Nitrat-N-koncentrationen i 4 måleperioder i 20 og 80 cm dybde og afstrømning pr. måned fra 1. april 1983 til 31. marts 1987.



Da måleperioderne dækker de perioder med generelt størst afstrømning og de højeste nitratkoncentrationer i jordvandet, må det antages, at det med det udførte måleprogram vil være muligt at påvise eventuelle forskelle i kvælstofudvaskningen som følge af jordbearbejdningen. Det skal dog understreges, at der ikke er blevet foretaget målinger efter høst af rugen, og at det derfor ikke er selve de to jordbearbejdningsystemer i sædskiftet, der kan sammelignes.

I tabel 1 er nitratudvaskningen angivet for de 4 måleperioder. Kun i 1984 har der været en signifikant effekt af jordbearbejdningen, idet udvaskningen ved direkte såning er blevet reduceret med 6 kg N/ha.

	For- frugt	N-udvaskning, kg N/ha		LSD
		Pløjet	Direkte sået	
Sep. 83 - apr. 84	Byg	80	86	n.s.
Sep. 84 - dec. 84	Byg	38	32	3
Sep. 85 - dec. 85	Byg	54	52	n.s.
Okt. 86 - mar. 87	Byg	29	21	n.s.
Okt. 86 - mar. 87	Rug	37	40	n.s.

I 1983/84 var udvaskningen bestemt af den store nedbør i foråret 1983. Udover at en stor mængde kvælstof blev vasket ud i april-maj 1983, blev en del vasket ned i den nedre del af rodzonen, hvorefter det blev vasket ud af rodzonen i løbet af efteråret 1983.

I 1985 er der en svag reduktion i udvaskningen ved direkte såning. Ved at se nærmere på koncentrationsforløbet i 80 cm dybde, ses, at nitratindholdet før pløjning er størst ved direkte såning, mens det efter pløjning og såning er størst i de pløjede forsøgsled, hvilket peger i retning af, at de efterladte planterester fra byggen er blevet omsat hurtigere i de pløjede forsøgsled end i de direkte såede.

En øget immobilisering i løbet af forsøgsperioden i de direkte såede led i forhold til de pløjede led vil formentlig komme til udtryk ved en øget udvaskning i de tidligere direkte såede led i eftervirkningsåret. Dette var imidlertid ikke tilfældet.

I 1986/87 var udvaskningen, hvor forfrugten var byg, mindst i de tidligere direkte såede forsøgsled. Hvor forfrugten var rug, var det omvendt. Ingen af forskellene var dog signifikante.

Forskellen i udvaskningen fra de to marker skyldes misvækst i rugen pga. ringe spireprocent med en formodet dårlig kvælstofudnyttelse til følge.

### K o n k l u s i o n e r

På en grovsandet jord er der tendenser til en lidt lavere kvælstofudvaskning ved direkte såning i forhold til pløjning ved dyrkning af rug efter byg. Målinger af kvælstofudvaskningen efter pløjning af hele forsøgsarealet tyder ikke på, at der i løbet af forsøgsperioden har fundet en øget kvælstofimmobilisering sted i de direkte såede forsøgsled i forhold til de pløjede forsøgsled.

### L i t t e r a t u r

Aslyng, H. C. & Hansen, S., 1982: Water Balance and Crop Production Simulation. Hydrotechnical Laboratory, The Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen, 200 s.

Djurhuus, J., 1985: Betydningen af efterafgrøde, halmnedmuldning og jordbearbejdning for kvælstofudvaskning. Intern rapport. Statens Planteavlsvforsøg, Højer, 17 s.

Djurhuus, J. & Simmelsgaard, Sv. E., 1988: (I manuskript).

Hansen, L., Rasmussen, K. J. & Nielsen, C., 1980: Reduceret jordbehandling, efterafgrøde og nedbringning af halm ved bygdyrkning. Statens Planteavlsvforsøg, Meddelelse nr. 1525, 4 s.

Hansen, S. & Aslyng, H. C., 1984: Nitrogen Balance in Crop Production Simulation model NITCROS. Hydrotechnical Laboratory, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, 113 s.

Rasmussen, K. J., 1988: Pløjning, direkte såning og reduceret jordbearbejdning til korn. Tidsskr. Planteavl (Under trykning).

Schjønning, P., 1983: Halmnedmuldning. I: Kvælstof og planteproduktion. Tidsskr. Planteavl, Beretn. nr. S 1669:71-76.

## FÖRFRUKTSASPEKTER PÅ DIREKTSÅDD AV HÖSTVETE

### INLEDNING

Försök att så utan föregående jordbearbetning, direktsådd, har i Europa pågått under ett par decennier. Vid 1960-talets början utfördes t.ex. experiment med direktsådd i Storbritannien (Olofsson, 1985). I Sverige genomfördes försök vid slutet av 1960-talet, men utan att tekniken fick någon praktisk tillämpning. Det berodde främst på brister i såmaskinskonstruktionen (Henriksson, 1981).

I slutet av 1970-talet återkom tanken på direktsådd, när nya maskiner kom på marknaden. Det var då först vid sådd av höstoljeväxter som tekniken testades i Sverige (Cedell, 1985). År 1984 startades en försöksserie vid försöksavdelningen för växtföljder, där förfruktens inverkan på direktsådd höstvete studeras.

### FÖRSÖKENS UPPLÄGGNING OCH UTFÖRANDE

Försöken är tvååriga och består av två block. Första året odlas olika förfruktsgrödor vilka andra året följs av höstvete, som sås enligt olika metoder.

#### Växtföljd

<u>År 1</u>	<u>År 2</u>	
a Korn	A Höstvete, sådd efter plöjning	} halmen kvar
b Havre	B Höstvete, sådd efter fräsning	
c Vårrybs	C Höstvete, direktsådd, halmen bortförd	
d Höstvete*	D Höstvete, direktsådd, halmen hackad	
e Årter		

\*Förfrukten höstvete ersattes av vårvete i samtliga försök som såddes år 1984 och i 6 av försöken som startade 1985.

Fältplan för block I, andra försöksåret

	a	b	c	d	e	
C	16	17	18	19	20	
D	11	12	13	14	15	I
B	6	7	8	9	10	
A	1	2	3	4	5	4-6 m

15-20 m

Sårriktning år 1 ↑                      Sårriktning år 2 →

GÖDSLINGSPLAN

N-gödsling, våren år 1:

Gröda	Förfrukt	
	Stråsäd, gräsvall, våroljeväxt	Träda, baljväxtvall, ärt, höstoljeväxt
Korn	90 kg/ha N	70 kg/ha N
Havre	90 "	70 "
Vårrybs	90 "	70 "
Höstvete	110 "	90 "
Ärter	0 "	0 "

N-gödsling, våren år 2: höstvete, 110 kg/ha N

P- och K-gödsling: 60 kg/ha P och 111 kg/ha K i PK 7 · 13  
över hela försöket på hösten vid anläggningen.

Under åren 1985 och 1986 slutfördes sammanlagt 17 försök i serien i södra och mellersta Sverige. På 9 av försöksplatserna var jordarten mellanlera eller styv lera, dvs jordar med en lerhalt i matjorden på över 25 procent. På de övriga 8 försöksplatserna var jordarten lättare, från lerig sand till lättlera. Mullhalten på försöksplatserna varierade från något mullhaltig - till måttligt mullhaltig.

Direktsådden utfördes i allmänhet med såmaskiner av märket Bettinson (triple-disc) och den konventionella sådden med såmaskiner försedda med raka billar.

De höstvetesorter som användes var Holme (10 försök) och Folke (5 försök) samt Kosack (2 försök). Försöken lades i allmänhet ut på fält där det året innan odlats stråsäd, men på 4 av platserna hade våroljeväxter eller vall odlats.

## RESULTAT

Tabell 1. Skörd av förfrukter och höstvetete i försöksserien R4-3202. Medeltal av 17 försök 1984-86.

Förfrukt	Korn	Havre	Vete	Vårrbys	Ärt					
Skörd år 1, kg/ha:	5000	5260	4510	1530	2650*					
Skörd av höstvetete år 2 efter förfrukter enl. ovan										
	kg/ha	rel	kg/ha	rel	kg/ha	rel	kg/ha	rel	kg/ha	rel
A. Konv. sådd efter plöjning	4340	<u>100</u> (100)	4640	<u>100</u> (107)	3950	<u>100</u> (91)	5120	<u>100</u> (118)	5200	<u>100</u> (120)
B. Konv. sådd efter fräsning	3740	<u>86</u> (100)	4060	<u>88</u> (109)	2970	<u>75</u> (79)	4850	<u>95</u> (130)	5090	<u>98</u> (136)
C. Direktsådd halm bortförd	3130	<u>72</u> (100)	3930	<u>85</u> (126)	2550	<u>65</u> (81)	4990	<u>97</u> (159)	4940	<u>95</u> (158)
D. Direktsådd halm kvar	3100	<u>71</u> (100)	3630	<u>78</u> (117)	2110	<u>53</u> (68)	5030	<u>98</u> (162)	5100	<u>98</u> (165)

\*Medeltal av 14 försök, Konv. = konventionell

Avkastningen av förfruktsgrödorna korn, havre och vete var i allmänhet god i försöken (tabell 1). Fröskörden av vårrbys var i vissa försök låg p.g.a. rapsbaggeangrepp. Då rybsens vegetativa utveckling ändå var relativt god, påverkades troligen inte förfruktsvärdet av angreppen i någon högre grad. Ärterna måste i några fall skördas gröna för att man skulle hinna med sådden av höstvetete, varför ingen skörd registrerades i 3 av försöken. Havre avkastade mer på lerjordarna än på de lättare jordarna. För övriga förfruktsgrödor var avkastningen högst på de lättare jordarna. Den genomsnittliga skörden av ärter var närmare 900 kg per hektar högre på de lättare jordarna (tabell 2 och 3).

Skillnaden mellan de olika grödornas förfruktsvärde till konventionellt sått höstvetete (led A) bekräftar tidigare försöksresultat från försöksavdelningen för växtföljder (Olofsson och Wallgren, 1984; Wallgren och Nilsson, 1984). Skörden av höstvetete var således störst efter ärter och vårrbys följt av havre, korn och lägst där förfrukten utgjordes av vår- eller höstvetete (tabell 1). Rangordningen mellan de olika förfrukterna var densamma i det frästa och i de två direktsådda leden, men skillnaden i förfruktseffekt mellan grödorna var i dessa led betydligt större.

Efter förfrukterna rybs och ärter uppgick skördenivån för höstvetete till ca 5000 kg per hektar, oberoende av såmetod. Med stråsäd som förfrukt

var skörden av höstvetete betydligt lägre i direktsådda och frästa led jämfört med det plöjda ledet. Störst var skillnaderna när vete odlats försöksår 1. Då gav led D, dvs direktsådd med halmen kvarlämnad, endast halv skörd i jämförelse med plöjning (tabell 1).

Det fanns stora skillnader mellan olika försök i serien beträffande hur väl direktsådden lyckades. För att belysa jordartens betydelse indelades försöksmaterialet i två grupper enligt tabell 2 och 3.

Tabell 2. Skörd av förfrukter och höstvetete i försöksserien R4-3202. Medeltal av 8 försök på lätta jordar (1Sa, LMo-mjLL)

Förfrukt	Korn	Havre	Vete	Vårrybs	Ärt
Skörd år 1, kg/ha:	5240	5020	4590	1560	3090*
<b>Skörd av höstvetete år 2 efter förfrukter enl. ovan</b>					
	kg/ha rel	kg/ha rel	kg/ha rel	kg/ha rel	kg/ha rel
A. Konv. sådd efter plöjning	3970 <u>100</u> (100)	4410 <u>100</u> (111)	3530 <u>100</u> (89)	5160 <u>100</u> (130)	4950 <u>100</u> (125)
B. Konv. sådd efter fräsning	3910 <u>98</u> (100)	3730 <u>85</u> (95)	2350 <u>67</u> (60)	4780 <u>93</u> (122)	4830 <u>98</u> (124)
C. Direktsådd halm bortförd	2930 <u>74</u> (100)	3840 <u>87</u> (131)	2260 <u>64</u> (77)	4940 <u>96</u> (169)	5160 <u>104</u> (176)
D. Direktsådd halm kvar	2770 <u>70</u> (100)	3710 <u>84</u> (134)	1580 <u>45</u> (57)	4860 <u>94</u> (175)	5160 <u>104</u> (186)

\*Medeltal av 7 skördade försök

Tabell 3. Skörd av förfrukter och höstvetete i försöksserien R4-3202. Medeltal av 9 försök på lerjordar (ML och SL)

Förfrukt	Korn	Havre	Vete	Vårrybs	Ärt
Skörd år 1, kg/ha:	4780	5480	4430	1500	2260*
<b>Skörd av höstvetete år 2 efter förfrukter enl. ovan</b>					
	kg/ha rel	kg/ha rel	kg/ha rel	kg/ha rel	kg/ha rel
A. Konv. sådd efter plöjning	4760 <u>100</u> (100)	4850 <u>100</u> (104)	4320 <u>100</u> (93)	5090 <u>100</u> (109)	5420 <u>100</u> (116)
B. Konv. sådd efter fräsning	4390 <u>94</u> (100)	4360 <u>90</u> (99)	3520 <u>81</u> (80)	4910 <u>96</u> (112)	5330 <u>98</u> (121)
C. Direktsådd halm bortförd	3310 <u>71</u> (100)	4010 <u>83</u> (121)	2810 <u>65</u> (85)	5040 <u>99</u> (152)	4750 <u>88</u> (144)
D. Direktsådd halm kvar	3400 <u>73</u> (100)	3560 <u>73</u> (105)	2580 <u>60</u> (76)	5190 <u>102</u> (153)	5040 <u>93</u> (148)

\*Medeltal av 7 skördade försök

Skördenivån av höstvete efter stråsädesförfrukterna var högre på mellanleror och styva leror än på jordar med lägre lerhalt, oberoende av såmetod. Efter rybs och ärter var skillnaden i skördenivå liten mellan de två jordartsgrupperna. Skillnaderna mellan de olika grödornas förfruktseffekt till höstvete var större på de lättare jordarna än på de styvare i samtliga led.

Direktsådd efter förfrukten vete lyckades relativt sett något bättre på de styvare jordarna. Direktsådd efter ärter däremot, tycks gå bättre relativt plöjt led på de lättare jordarna.

Någon statistisk bearbetning av försöksmaterialet är ännu ej utförd, eftersom försöksserien ej är slutförd.

### DISKUSSION

Försöksresultaten visar att direktsådd av höstvete i allmänhet lyckas bra efter förfrukterna vårrybs och ärter, medan direktsådd efter stråsäd vanligtvis ger oacceptabelt låg skörd. Detta gäller även då halmen bortförs.

Det finns troligen flera skäl till varför direktsådd lyckas så pass väl efter rybs och ärter, men inte efter stråsäd. Skillnader i halmmängd, olika inverkan på markstruktur samt skillnader i infektionstryck från växtföljdssjukdomar, är några förklarande faktorer. Svampsjukdomar på höstvete, såsom stråknäckare (*Pseudocercospora herpotrichoides*) och brunfläcksjuka (*Septoria nodorum*) gynnas av att skörderester från mottagliga grödor lämnas på markytan. Dessa sjukdomar angriper (i allmänhet) inte havre. Ändå låg skördenivån efter havre i försöken 15-20 procent lägre i direktsådda led jämfört med det plöjda ledet. Halmmängden i sig har därför troligen även rent mekanisk och fysikalisk inverkan på höstvetets uppkomst och övervint-ring, något som styrks av planträkningar som utförts i försöken.

När försöken indelades efter jordart, var skördeminskningen efter vete relativt sett större i led med mycket skörderester på markytan (led B och D) på lätta jordar jämfört med på rena lerjordar. Även andra försök som utförts vid avdelningen har visat att den negativa effekten av att odla vete två år i rad är mindre på lerjordar än på lättare jordar. Jordartsskillnaden skulle enligt de försök som redovisas här alltså vara ändå större vid direktsådd av vete efter vete. Den lägre skörden i direktsått led efter ärter på de styvare jordarna speciellt i ledet där halmen togs bort (led

C), kan hänga samman med att sådjupet i vissa försök blev alltför djupt i detta led. Det är också möjligt att ärternas lägre avkastning på lerjordarna hade en mindre gynnsam inverkan på markstrukturen på dessa jordar.

I Sverige har direktsåtekniken hittills främst använts för sådd av höstvetete ett enskilt år i en i övrigt konventionellt sådd och plöjd växtföljd. En orsak till att den inte utnyttjas för fler år i växtföljden är det begränsade urvalet av höstsådda grödor. En annan orsak är att stråsåden med dagens såteknik är olämplig som förfrukt, vilket framgår av här redovisade försök. Om såmetoden ska få en ökad användning måste problemet med halm på markytan lösas.

En tredje faktor som begränsar direktsådden är att problem med kvickrot lätt uppträder, vilket ofta ställer krav på plöjning. I flera av de försök som redovisats här var kvickrotsförekomsten i direktsådda led större än i de plöjda och frästa leden.

#### LITTERATUR

- Cedell, T. 1985. Direktsådd-oljeväxter. Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt Nr 63. Uppsala. Sid 23:1-12.
- Henriksson, L. 1981. Försök med direktsådd av höstoljeväxter och höstvetete efter vall 1966-1969. Serie R2-4003. Meddelande från södra jordbruksförsöksdistriktet nr 22. Lantbrukshögskolan.
- Olofsson, S. 1985. Växtodlingsaspekter på direktsåddtekniken - erfarenheter från Storbritannien. Konsulentavdelningens rapporter. Allmänt nr 63, Uppsala. Sid 22:1-10.
- Olofsson, S. & Wallgren, B. 1984. Höstvetete i växtföljden.  
- Resultat från två försöksserier med olika förfrukter till höstvetete; R4-1711 och R4-1712. Rapport 130. Inst. för växtodling, 750 07 Uppsala. 77 sidor.
- Wallgren, B. & Nilsson, G. 1984. Växtföljden och odlings säkerheten. Konsulentavdelningens rapporter. Allmänt 52. Uppsala. Sid 11:1-10.



## PLANTEPATOLOGISKE ASPEKTER VED PLØJEFRI DYRKNING

### Indledning

Reduceret jordbehandling har mange facetter, men grundlæggende går vi ud fra, at der ikke foretages dybpløjning. Dette betyder, at en større mængde planterester bliver liggende på jordoverfladen eller indarbejdes i de øverste jordlag. Det kan også betyde, at der bliver en større mængde spildplanter i marken efter høst, hvis der ikke harves eller der er udsået efterafgrøder.

Betydningen af disse planterester afhænger i høj grad af vækstfølgen, hvis det er ensidig dyrkning, som det væsentligst forekommer i korn, er risikoen stor for, at der kan ske smitte til den efterfølgende afgrøde forudsat, at vejrforholdene betinger det. Vi får efterhånden bedre registrering af vejrforholdene og bedre prognosemuligheder for nedbør og temperatur. Dette kan bruges i en varslingstjeneste for kemisk bekæmpelse, der jo nu til forskel for få år siden, er mulig med de bredspektrede midler som Tilt (Propiconazol), Sportak (Prochloraz) og andre nye midler, der har vist sig lovende i afprøvning. Den plantepatologisk set uheldige effekt af pløjefri dyrkning kan således ophæves, men det sker på bekostning af et øget fungicidforbrug, hvilket ikke er i tidens ånd.

Ved god pløjning kan de fleste planterester fjernes fra jordoverfladen. Dette giver ikke en 100% sikkerhed for, at der ikke kan ske smitte, men risikoen nedsættes stærkt. Det bringer dog et andet problem frem, idet nogle svampe som øjepletsvampen kan bevare levedygtigheden i jorden i flere år og specielt ved dyb nedpløjning. Derfor har pløjning kun effekt, hvis der f.eks. dyrkes hvede to år i træk. Hvor hvede efterfølges af en vekselafgrøde vil undladelse af pløjning teoretisk set være at foretrække både med hensyn til denne sygdom og hvedens brunplet f.eks. Det forudsættes, at der sker en hurtigere nedbrydning af smittefarligt plantemateriale i de allerøverste jordlag, hvor den biologiske aktivitet er størst.

Miljømæssige hensyn giver problemer. Halmafbrænding bliver forbudt fra 1990 og i forbindelse med "Grønne marker" indgår nedpløjning af halm som et middel til at binde kvælstof. Denne halmnedpløjning er det vanskelig at gøre så grundig, at der ikke bliver en del tilbage på jordoverfladen og

tillige vil en del blive nedpløjet så dybt, at det konserveres, hvorved risikoen øges for smitte kan ske på et senere tidspunkt. Udførte undersøgelser over sygdomme i forbindelse med halmnedpløjningsforsøg har dog heldigvis vist, at der tilsyneladende ikke opstår så store sygdomsmæssige risici som frygtet (Schulz, 1986; Jordan, 1984).

Både fra udlandet og fra Danmark foreligger resultater, der belyser sygdomsrisici ved reduceret jordbehandling. Det har næsten ikke været muligt at finde oplysninger fra andre afgrøder end korn. Endvidere foreligger der næsten ingen oplysninger om skadedyr.

### Sygdomme i korn

1. Skadevoldere som overlever på planterester eks.: skoldplet og bygbladplet på byg, brunplet og gråplet på hvede og knækkefodsyge.
2. Jordboende skadevoldere: Goldfodsyge og rodpatogene svampe
3. Skadevoldere, som må overleve på levende værtplanter: meldug og rust.

### Skadevoldere der overlever på planterester

Denne gruppe af svampe er langt de vigtigste i forbindelse med diskussionen om reduceret jordbehandling. Fælles for dem er, at de ikke kan klare sig i konkurrencen med jordens mangfoldighed af andre mikroorganismer, medmindre der er rester af allerede inficeret plantemateriale til stede.

### Bygbladplet

Bygbladplet (*Drechslera teres*) har fået øget betydning efter, at ensidig bygdyrkning er blevet almindelig. Der er betydelige forskelle i sortsmodtagelighed og i begyndelsen af 80'erne, hvor der var år med megen nedbør, blev især den meget dyrkede vårbygsort Welam stærkt angrebet. Spildplanter angribes ofte, og dyrkes der vinterbyg efter byg, kan angreb ofte ses om efteråret. I vårbyg kan smitten ske fra planterester, der ligger i jordoverfladen og sporulerer, når der er tilstrækkelig fugtighed.

Et enkelt forsøg i vårbyg (Rasmussen, 1988) kan bruges som demonstration af jordbehandlingens betydning for angreb.

Tabel 1. Plantesygdomme og manganmangelsymptomer ved forskellig jordbehandling og fungicidsprøjtning i vårbyg.

	Skoldplet 24/7	Dækningsprocent		Udbytte hkg/ha
		Bygbladplet 24/7	Manganmangel 24/6	
Usprøjtet				
1. Pløjning, harvning	0,2	13,3	1,7	41,1
2. Direkte såning skivesåmaskine	2,7	38,3	10,2	26,9
3. Harvning skivesåmaskine	0,9	20,0	13,1	32,8
4. Harvning kultivatorsåmaskine	1,3	11,7	0,7	40,8
Sprøjtet med Tilt og manacol				
1. Pløjning, harvning	0,2	3,0	2,3	50,1
2. Direkte såning skivesåmaskine	0,3	3,5	6,6	43,7
3. Harvning skivesåmaskine	0,2	3,7	3,6	50,1
4. harvning kultivatorsåmask.	0,3	1,9	4,0	46,2

I den usprøjtede blok konstateredes langt stærkere angreb, især af bygbladplet, hvor der var brugt skivesåmaskine. Manganmangelen kan ifølge Rasmussen (pers. medd.) skyldes nylig tilført kalk. Sprøjtning har givet store merudbytter og ophævet de forskelle, der er fremkommet ved forskellig jordbehandling. Udbyttetab på 10% og derover er i øvrigt konstateret af flere forfattere (Smedegaard, 1974; Mondrup og Welling, 1984; Skou og Haahr, 1987).

I andre forsøg med undladelse af pløjning til vårbyg er også konstateret betydelige udbyttenedgange (Pedersen, 1986), men der foreligger ikke notater over angreb af bladsygdomme, så det kan ikke afgøres i hvor høj grad disse har medvirket til udbyttenedgangen.

Skoldplet (*Rhynchosporium secalis*) i byg har været kendt i Danmark i mange år, men har sjældent været et større problem. Denne opfattelse er delvis ændret måske som følge af ændret dyrkningsteknik (direkte såning?), somre med mere fugtigt vejr tillige med større arealer med vinterbyg.

I 1987 var angreb temmelig udbredte og stærke i visse egne bl.a. Vestjylland, hvor man havde dyrket den meldugresistente vårbygssort Sewa, som er ret modtagelig. Mange havde undladt at sprøjte, da man på grund af

meldugresistensen regnede det unødvendigt. Inficerede bladresten er hovedsmitekilden og jo flere, der ligger på jordoverfladen des tidligere og stærkere angreb. Egne iagttagelser tyder på, at skoldplet er mest fremtrædende på sandjord. Spredningen sker ved regnplask og føres ikke langt, hvorfor det er halmhåndtering og jordbehandling i den enkelte mark, der er afgørende for udvikling af angreb, når vejrforholdene er gunstige og sorten modtagelig.

Danske forsøg med jordbehandling har tydelig vist betydningen af pløjning, således som nedenstående tabeller viser.

Tabel 2. Skoldplet i ensidig vårbyg ved forskellig jordbehandling og sprøjtning med Bayleton 15/5 og 15/6. Bygholm 1981.

Dækningsprocent af aktive blade.

Jordbehandling	Ubehandlet bedømt		Sprøjtet m. Bayleton bedømt	
	16/6	1/7	16/6	1/7
Fræser	5	10,0	0,03	0,1
Spaderulleharve	3	5,0	0,06	0,4
Tallerkenharve	3	4,8	0,1	0,6
Stubkultivator	2	5,8	0,03	0,1
Stubkultivator + plov	0,03	0,8	0	0

Antallet af aktive blade var størst, hvor der var pløjet. Sprøjtning med Bayleton havde næsten helt opvejet den uheldige effekt af overfladisk jordbehandling.

I forsøg med jordbehandling til vårbyg på 2 sandjordslokaliteter konstaterede Rasmussen (1984) stærke angreb af skoldplet i 2 af de 5 forsøgsår. Han konkluderer udfra de betydelige nedgange (ca. 20%) i udbyttet, der var for fræsning, harvning og helt ubehandlet jord i forhold til pløjning, at skoldplet var medvirkende årsag hertil. Angreb var langt svagere i de pløjede led.

Der blev kun i et af årene med relativ svage angreb foretaget nærmere bedømmelse af angrebsgraden.

Tabel 3. Procent blade angrebet af skoldplet i vårbyg ved forskellig efterårsjordbehandling.

Jordbehandling	Dregsted	Flesborg
Pløjning	22	24
Fræsning	56	69
Harvning	64	88
Ubehandlet	61	78

Ved de landøkonomiske foreninger er udført en række forsøg med reduceret jordbehandling. Forsøgene er udført dels i marker med ensidig bygdyrkning dels i marker med sædskifte. I langt de fleste er der ikke udført regelmæssige observationer for sygdomsangreb i afgrøderne. Årsagen kan være, at der ikke har optrådt sygdomsangreb af betydning, eller der er foretaget behandling med fungicider mod bladsygdomme. Nedenstående bringes nogle resultater fra en serie med og uden pløjning om efteråret, der er kun givet karakter for skoldplet.

Tabel 4. Jordbehandlingsforsøg i landøkonomiske foreninger.

År	Forfrugt	Afgrøde	Dækningsprocent med skoldplet		udbytte/merudb.	
			upløjet	pløjet	upløjet	pløjet
1981	vårbyg	vårbyg	4,3	2,7	21,5	11,6
	"	"	2,0	0,5	32,2	1,2
	"	"	0,8	0,1	33,1	2,5
	"	"	2,0	0,1	36,7	0,6
1982	"	"	1,0	1,0	41,0	-2,9
	"	"	1,0	0,5	42,6	1,8
	"	"	2,0	1,0	41,7	1,4
1983	"	vinterbyg	3,0	2,0	59,6	4,1
	Bederoer	vårbyg	1,0	1,0	45,6	1,3

(A. From Nielsen, pers. medd.)

I forsøg med forskellig jordbehandling i ensidig vårbyg ved 5 forsøgsstationer i årene (Rasmussen og Olsen 1983) blev i 1979 bedømt for skoldplet.

Tabel 5. Angreb af skoldplet i vårbyg i jordbehandlingsforsøg på 5 forsøgsstationer, 1979

	% blade angrebet (Feekes stadie 10.1-10.5)
Pløjning uden efterafgrøde	11,4
Pløjning med efterafgrøde	12,9
Fræsning uden efterafgrøde	49,3
Fræsning med efterafgrøde	59,6

Betydning af nedpløjning af smitstof er tydelig, men det anføres, at der ikke var nogen sammenhæng mellem angrebsgrad og udbyttet i forsøgene.

Brunplet (*Septoria nodorum*) i hvede har tillige med gråplet (*S. tritici*) fået større betydning i Danmark i 80'erne. I 1987 opnåedes store merudbytter for 2-3 fungicidsprøjtninger i sorter, som var resistente over for meldug og gulrust. Merudbytterne tilskrives derfor væsentligt angreb af *Septoria* arter på blade og i aks (*S. nodorum*).

Smitten kan stamme fra inficeret udsæd for *S. nodorum*s vedkommende, men smitte fra planterester vil nok i de fleste tilfælde være mest betydningsfuld. I et sædskifte med meget hvede vil jordbehandlingen kunne spille en rolle. Fra England foreligger undersøgelser, der viser, at begge svampe er mest fremtrædende ved direkte såning (Yarham og Hirst 1975).

Der foreligger desværre ikke undersøgelser i danske jordbehandlingsforsøg i hvede.

#### Risikofaktorer for bladpletsvampe ved pløjefri dyrkning

Hvor stor en risiko, der er ved undladelse af pløjning kan ikke opgøres entydigt med hensyn til dyrkningssikkerheden. Det vil i høj grad være afhængig af vejrforholdene det enkelte år. Dersom det er mere fugtigt end normalt, som i 1987, vil der være et større behov for kemisk bekæmpelse end ellers.

Dette forhold er der taget højde for i den computermodel (Epidan), som de seneste år er udviklet til brug i vårbyg (Stetter 1987). Heri indgår bl.a. forfrugt og jordbehandling. I modellen regnes bl.a. med følgende faktorer:

Ikke byg som forfrugt	1.248
Byg som forfrugt: samme sort som sidste år	7.436
anden sort end sidste år	6.700

Hvis byg er forfrugt multipliceres endvidere med en stubdæknings faktor afhængig af pløjekvalitet:

<u>Pløjekvalitet</u>	<u>Stubdækningsfaktor</u>
Perfekt pløjning - ingen afgrøderester	0.7
Meget fin pløjning - afgrøderester på foragre	1.0
God pløjning enkelte afgrøderester hist og her	1.2
Mangelfuld pløjning en del afgrøderester hist og her	1.6
Meget dårlig eller ingen pløjning	2.0

Stubdækningsfaktoren kan således give en 100% forøgelse af risiko for angreb ved undladelse af pløjning, men nedbørsforholdene er afgørende for om det får nogen betydning.

I vinterhvede, hvor en tilsvarende model er under udvikling, regnes med en 20% forøgelse af risiko for angreb af brunplet (*Septoria nodorum*) eller gråplet (*S. tritici*), dersom der ikke er pløjet eller neddækning af strårester har været meget dårlig.

Det er ikke eksperimentelt bevist, hvor stor stubdækningsfaktoren skal være. Ved afprøvning af modellen i forsøg og praksis analyseres, hvordan det hele virker og de enkelte faktorer justeres indtil modellen virker, således som det har vist sig at være tilfældet i vårbyg.

Knækkefodsyge (*Pseudocercospora herpotrichoides*) angriber planternes stråbasis og kan give årsag til dårligt udviklede aks og lejesæd især i vinterrug og vinterhvede.

Smitstoffet kan overleve i flere år på inficeret stub, og det er ikke tilstrækkeligt at afbrænde halmen. Får planteresterne lov til at ligge i jordoverfladen, kan en enkelt smittet stub pr. m<sup>2</sup> være nok til at give betydende angreb i hvede, rug og vinterbyg, hvis vejrforholdene er fugtige og kølige. Smitstofafgivelse kan finde sted hele vinteren og foråret.

Det er ved danske undersøgelser klarlagt, at der i byg, selv hvor den dyrkes ensidigt, ikke er stor forskel i jordbehandlingens indflydelse på knækkefodsyge.

I vintersæd har knækkefodsyge størst interesse. Reolpløjning og dyb nedpløjning af inficerede stubbe kan teoretisk mindske risikoen for angreb i en følgende afgrøde, men der er samtidig risiko for at bringe det derved

velkonserverede smitstof op i de følgende år, og danske forsøg har heller ikke vist nogen sikker gavnlige effekt af denne type pløjning.

Hvis vintersæd sås i upløjet jord, er der naturligvis en større risiko for at smitte kan spredes tidligt til afgrøden. Ved en engelsk undersøgelse, hvor marker var delt i såning i upløjet jord og direkte såning, var der henholdsvis 37 pct. og 52 pct. angrebne strå i gennemsnit. I nogle af markerne var der dog flest i den pløjede del; dette var også tilfældet i andre engelske forsøg (Yarham og Hirst 1975).

Danske forsøg med direkte såning er gennemført i de landøkonomiske foreninger i årene 1982-86 (Pedersen 1986). Stubprøver er undersøgt ved Planteværnscentret for angreb af knækkefodsyge og goldfodsyge.

Tabel 6 Jordbehandlings indflydelse på angreb af fodsyge. Antal forsøg i ( ).

Jordbehandling	% strå med knækkefodsyge			% rodnet med goldfodsyge		
	Vårbyg (11)	Vinterhvede (19)	Vinterbyg (3)	Vårbyg (11)	Hvede (19)	Vinterbyg (3)
Traditionel	10	20	6	8	4	6
Direkte såning	9	11	1	6	4	6
Harvning + direkte såning	9	14	10	6	3	6

Forsøgene var tilstræbt anlagt i sædskiftemarker, men selv om der i flere tilfælde var korn som forfrugt, har det ikke vist forøgede angreb af fodsyge, hvor pløjning er undladt.

Forklaringen på, at reduceret jordbehandling og direkte såning af vintersæd ikke som ventet giver stærke angreb, kan være, at både mikro- og makroklimaet spiller en afgørende rolle for det endelige og betydende angreb. Stubrester i jordoverfladen kan hurtigere "udmarves" for smitstof på grund af kraftig vækst og sporulering af svampen. En anden forklaring kan være, at plantebestanden bliver frodigere på et tidligt tidspunkt, hvis der sås i pløjet jord og derfor giver et "tættere" mikroklima.

#### Sygdomme forårsaget af jordboende skadevoldere

Goldfodsyge (*Gaeumannomyces graminis*) er den vigtigste af de jordboende svampe, der angriber kornrødder. Især hvede kan skades stærkt, men også byg og rug angribes. Vækstfølgen er af afgørende betydning, blot



en enkelt vekselafgrøde reducerer smitten meget stærkt. Ved ensidig korndyrkning kan angrebsniveauet stabiliseres på et rimeligt lavt niveau især i vårbyg som følge af en biologisk balance i jorden (decline effekt).

Jordbehandlingens indflydelse er undersøgt i mange forsøg især i vårbyg. Hovedresultatet er, at der ikke generelt kan påvises nogen uheldig effekt af pløjefri dyrkning (se tabel 6).

I en forsøgsserie over 8-9 år ved 5 forsøgsstationer (Rasmussen og Olsen 1983) med ensidig dyrkning af vårbyg er opnået følgende hovedresultater tabel

Tabel 7

Procent rodnet af byg angrebet af goldfodsyge

	Jynde- uvad (sand)	uvandet vand	Tylstrup (sand)	Roskilde (ler)	Rønh. (ler)	Højer (ler)
Pløjning uden efterafgrøder	14,1	13,6	25,0	12,3	7,8	7,4
Pløjning med efterafgrøder	12,2	14,1	25,0	12,2	8,8	8,9
Fræsning uden efterafgrøder	12,8	18,3	24,4	14,3	10,5	9,9
Fræsning med efterafgrøder	16,1	20,6	28,1	17,6	12,8	10,3

Det er ikke de store forskelle, der er mellem behandlingerne, men dog alle steder en tendens til lidt højere angrebsprocenter efter fræsning. Efterafgrøder har ikke haft nogen forbedrende effekt i disse forsøg således som tidligere forsøg havde givet håb om.

Skadevoldere som må overleve på levende planter

Meldug (*Erysiphe graminis*) er især af betydning i byg og hvede. Spildplanter spiller en vigtig rolle, for at smitte kan overføres til vintersåede afgrøder af samme art. Derfor har en jordbehandling, som lader spildplanterne vokse frodigt, et medansvar for, at vi får mere betydningsfulde angreb. Ligeledes dyrkning af efterafgrøder med iblanding af spildplanter. Der er i flere tilfælde fundet stærke meldug og rustangreb i vinterbyg, hvor der i nabomarker var efterafgrøder eller ubehandlede stubmarker efter bygafgrøder.

## Skadedyr

Havrenematoder (*Heterodera avenae*) kunne tænkes påvirket af jordbehandlingen. I jordbehandlingsforsøg på Ørritslevgaard er i 2 forsøgsserier undersøgt jordprøver (Jacobsen, 1981), og i begge tilfælde synes der ikke at være nogen tydelig indflydelse på antal æg/gram jord, uanset der var pløjet, fræset eller brugt forskellige harver. Den pletvise forekomst af nematoder gør det også vanskeligt at få tilstrækkelig sikkerhed i undersøgelserne. Der blev også undersøgt for migrerende nematoder, og konklusionen er den samme som for havrenematoder.

## Insekter

I USA har man ifølge Gregory og Musick (1976) fundet stærkere angreb af knoporme (*Agrotis* spp.) og smælderlarver (*Agriotes* spp.) og forskellige andre larver af sommerfugle og biller i majs, hvor der er sået direkte. Årsagen angives at være bedre æglægningsmuligheder, mindre forstyrrelser af larver og højere fugtighed i jorden.

Danske undersøgelser tyder på at forekomst af fritfluer (*Oscinis frit*) og stankelben (*Tipula paludosa*) øges i betydning når der er flere stubafgrøder og mindre jordbehandling efter høst (Holm, 1988, pers. medd.).

Snegle (*Deroceras* spp.) er blevet mere betydningsfulde skadedyr i de senere år i forbindelse med pløjefri dyrkning af vinterhvede og vinterraps (Cedell, 1987).

Ved direkte såning bevares en større fugtighed i jorden, den er mere knoldet, og der er mere organisk materiale på jordoverfladen. Direkte forsøg til belysning af snegles betydning er ikke udført. Fugtige efterår og milde vintre virker fremmende på angreb, og bekæmpelse kan være nødvendig bl.a. med mesurool.

## Litteratur

- Cedell, T. (1987): Direkte såning i Sverige. *Agrologisk Tidsskrift*. Mar-  
ken 8: 8-10.
- Gregory W.W. og G.J. Musick (1987): Insect management in reduced tillage systems. In *ESA symposium: Crop production with reduced tillage systems*. *Bull. Entomol Soc. America* 22(3): 302-304.

- Heitefuss, R. og V. Garbe (1986): Pflügen oder nicht pflügen. Konsequenzen für den Pflanzenschutz. *Gesunde Pflanzen* 38(11): 529-533.
- Holm, S. 1988. Personlig medd.
- Jacobsen J. (1981): Undersøgelser vedrørende forekomst af planteparasitiske nematoder. *Statens Jordbr.tekn.Fors.Rapp.* 1, 68-72.
- Jensen, A. (1979): Plantesygdomme ved nyere jordbehandlingsmetoder. *Ugeskrift for jordbrug* (3): 47-50.
- Jordan, V.W.L. og Elizabeth Allen (1984): Barley net blotch: influence of straw disposal and cultivation methods on inoculum potential, and on incidence and severity of autumn disease. *Plant Pathology* 33: 547-559.
- Mondrup, A. og B. Welling (1984): Byggens bladpletsyge (*Drechslera teres*). Observationer for angreb i bygsorter 1982. *Tidsskr. Planteavl* 88: 203-211.
- Nielsen, A. From (1988): Personlig medd.
- Pedersen, C.Å. (1986): Jordbehandling.- I: *Planteavlsarb. i de landøkonomiske foreninger* 1986: 58-62.
- Rasmussen, K.J. og C.C. Olsen (1983): Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 1. Vækstbetingelser, jordfysiske målinger og udbytter ved ensidig byg og sædskiftebyg. *Tidsskr. Planteavl* 87: 193-215.
- Rasmussen, K.J. (1984): Jordbearbejdningsmetoder til vårbyg på sandjord. *Tidsskr. Planteavl* 88: 443-452.
- Rasmussen, K.J. (1988): Pløjning, direkte såning og reduceret jordbearbejdning til korn. *Tidsskr. Planteavl* (i tryk).
- Schulz, H. (1986): Rod- og basissygdomme samt udvintringssvampe på korn. I: *Halmens hvem, hvad, hvordan: Tolvmandsforeningerne*, København: 96-98.
- Skou, J.P. og W. Haahr (1987): Field screening for resistance to barley net blotch. *Ann. appl. Biol.* 111: 617-627.
- Smedegaard-Petersen, V. (1974): Reduction in yield and grain size of barley due to attack by the net blotch fungus *Pyrenophora teres*. *Yearbook Royal Vet. Agr. Univ.* 108-117.
- Stetter, S. (1987): Epidan: I. Bekæmpelsestærskler for bladsvampe på vårbyg. *Computerudgave 1987. Tidsskr. Planteavl. Specialserie*: 1-18.
- Yarham, D.J. og J.M. Hirst (1975): Diseases in reduced cultivation and direct drilling systems. *EPPO Bull.* 5(4): 287-296.

## UKRUDTSBESTANDEN VED PLØJEFRI DYRKNING

### Indledning.

I det følgende omtales: 1. Erfaringer fra praksis, hvor man ikke har pløjet i indtil 30 år. 2. Resultater af forsøg afsluttet inden for de seneste år. 3. Egne undersøgelser i praksis.

1. Landmænd, som kun harver, benytter diverse harvetyper. Ofte tallerken-, stub- og kulturharver, men også Hankmo- og Bomfartharver. Der harves 2-3 træk i max. 6-8 cm dybde om efteråret og 1 træk om foråret. Udbyttet af korn og frøafgrøder har i alle år været det samme som på naboejendomme med traditionel bearbejdning. Undtagelsen er eller kan være et lidt lavere udbytte i det første 2-4 pløjefri år. Sygdoms- og skadedyrsangreb har ikke varieret fra naboen.

Ukrudtsbestanden er derimod væsentlig mindre end i de pløjede nabomarker (tabel 1). Enkelte arter, bl.a. *Polygonum* spp. er næsten forsvundet, mens andre er reduceret med 30-50% efter 10 års pløjefri dyrkning. Arter af *Veronica*, *Lamium*, *Euphorbia* og *Chrysanthemum* udebliver næsten helt efter 10-12 år. *Chenopodium*, *Stellaria*, *Matricaria* og *Senecio* og *Viola* formindskes gradvist i antal med årene, men kan også pludselig tiltage igen.

Samtidig øges undertiden andre tokimbladede arter, eks. *Taraxacum*, *Cirsium* og *Euquisetum*. Eller der optræder helt nye arter, bl.a. *Crepis*, *Mentha*, *Stachys* og *Urtica dioeca*.

Blandt de enkimbladede dominerer ofte *Poa annua*, som iøvrigt er tiltaget i de senere år, uanset bearbejdningsmåden.

Alm. kvik (*Elytrigia repens*) har ikke givet problemer i -70'erne på de ikke-pløjede ejendomme. Forøgelsen af vintersædsarealet omkring 1980 har derimod begunstiget kvik'en både i de pløjede og ikke-pløjede marker.

Mekanisk bekæmpelse af kvik efter udtørringsprincippet - og muligvis også kemisk bekæmpelse - er uden tvivl mere effektiv på jorde, hvor der harves i 5-8 cm dybde, end hvor der pløjes.

Tabel 1. Antal ukrudtsplanter pr. m<sup>2</sup> i maj (vårbyg).

	Antal pløje- fri år	- pløjet	+ pløjet
1972	9	17,5	132,3
"	9	18,7	90,7
"	10	6,7	52,0
-73	12	7,6	
"	10	3,8	
"	3x	81,5	133,0
-74	10	19,9	
"	10	8,9	
"	11	11,6	
-75	12	26,9	
"	12	15,1	
"	13	5,8	
"	5x	55,5	127,0
-76	13	19,9	
"	13	25,5	
"	14	8,1	
-77	7	23,3	50,4
"	14	12,8	
"	15	1,9	
-78	15	8,4	
"	16	16,3	
"	16	3,4	
"	8 x	40,0	
-79	16	4,5	
"	17	4,8	113,0
"	17	1,4	
"	9 x	12,3	
-----			
3- 9 år gns.		35,5 gns.	99,8
10-17 " "		10,7	

Opgravning af kvikudløbere viser, at 80% af udløberne i første tilfælde befinder sig i de øverste 3-6 cm, mens samme mængde findes dobbelt så dybt efter pløjning. Landmænd, som udelukkende harver, udnytter dette ved en extra behandling af kvikpletter, som kan forekomme efter vintersæd.

Udvidelsen af vinterhvede- og vinterrapsarealet har også begunstiget frøkrudtet både på pløjede og ikkepløjede jorde. I de harvede marker, hvor der i 1972-79 (Tabel 1) var under 10 planter pr. m<sup>2</sup> før ukrudtsprøjtning, er der nu formentlig p.gr.a. den kortere bearbejdningsperiode om efteråret - 2-4 gange så mange planter.

Dette har bevirket, at de pågældende landmænd i disse år nu sprøjter med næsten fuld dosering, hvor de tidligere kunne bekæmpe frøkrudtet med 2/3-dose eller mindre. Denne midlertidige forøgelse af sprøjteudgifterne opvejes af følgende fordele ved den overfladiske bearbejdning: Færre arbejdsomkostninger, tidligere såning, hurtigere fremspiring og en udviklingsmæssig mere ensartet plantebestand, som specielt er en fordel ved den kemiske bekæmpelse.

2. Redskabsomkostningerne ved normal bearbejdning udgør ifølge Landskontorets kalkuler omkring 40% af udbyttet med variationer afhængig af jordbund og afgrøde. Da disse omkostninger kan reduceres, bl.a. ved ikke-pløjning, er der gennemført en række forsøg med forskellige bearbejdningsmåder:

Fræsning i 6 år (Landskontoret) og i 9 år (Statens Forsøgsstation) gav udbyttetab i byg på indtil 2-3 hkg, afhængig af jordtypen. Ukrudtsfloraens sammensætning og planteantallet varierede stærkt med jordens lerindhold (tab. 2).

Tabel 2. Antal planter pr. m<sup>2</sup> af de 16 almindeligste arter i pløjet (P) og fræset (F). Gns. af de 4 sidste forsøgsår ved 5 forsøgsstationer.

Sted og % ler:	Højer. 17,7	Rønh. 14,7	Rosk. 9,8
	P - F	P - F	P - F
Maj	37,6 - 279,6	60,9 - 164,2	34,4 - 44,3
Aug.	13,6 - 50,6	29,2 - 65,1	9,6 - 17,7
	Tylst. 3,9	Jynd. 3,6	Jynd. 3,6
	P - F	P - F	vandet P - F
Maj	26,3 - 15,2	52,5 - 43,9	19,4 - 41,4
Aug.	5,6 - 4,5	8,2 - 6,2	6,3 - 8,2

Alm. kvik forekom på alle jordtyper. Ved lerindhold på 9,8% (Roskilde) og derover var kvikmængden upåvirket af behandlingen. På sandjorden var den derimod mindst efter fræsning.

I tabel 2 indgår også *Poa annua*, som på samtlige jorde forekommer i størst antal efter fræsning - og som specielt dominerer ved Roskilde.

I et netop afsluttet bearbejdningsforsøg, som Statens Jordbrugstekniske Forsøg ved Bygholm har gennemført siden 1979, viser de foreløbige tal følgende:

Tabel 3. Forholdstal for antal ukrudtsplanter i byg i 1979-80 og -81 (roer i -82), byg m. udlæg i -83, (rajgræs til frø i -84), vinterhvede i -85, byg i -86 og (roer i -87). Parcelstørrelse 0,9 ha og 2 fp.

		Harvet og pløj.	Stub- kult.	Taller. harv.	Spade- rulleh.	Fråset
Maj	-79	100	416	260	245	259
Aug.	"	100	393	177	224	84
Maj	-80	100	76	60	44	49
Aug.	"	100	207	58	103	75
Maj	-81	100	344	352	234	189
Aug.	"	100	160	94	137	220
Maj	-83	100	109	130	113	145
Nov.	-84	100	115	87	98	88
Maj	-85	100	263	200	157	86
Aug.	"	100	157	59	56	46
Maj	-86	100	73	69	53	57
Aug.	"	100	64	33	60	32

Hovedformålet med dette forsøg var at belyse de arbejdsmæssige og tekniske konsekvenser ved reduceret jordbehandling - og at måle virkningen på udbyttet og hvad de forskellige behandlinger iøvrigt havde indflydelse på, bl.a. ukrudtet.

Efter 4. og 5. forsøgsår viste biomassebestemmelserne, at nogle af de kraftigste og mest generende arter vægtmæssig var i tilbagegang efter harvning og fræsning, mens de var upåvirkede efter traditionel bearbejdning.

I slutningen af forsøgsperioden var de samme arter også reduceret i antal. Det var iøvrigt de samme arter, som tidligst reagerede for reduceret bearbejdning i praksis, nemlig i *Chenopodium*, *Polygonum*, *Lamium*, *Secicio* og *Matricaria*.

I et andet forsøg, som Statens Jordbrugstekniske Forsøg netop har afsluttet, er der siden 1981 sammenlignet direkte såning med traditionel bearbejdning og såning i parceller på 1,23 ha. Resultaterne er samlet i en beretning, hvor der også er gjort rede for virkningen på ukrudtet. Arterne er her opdelt i 3 grupper:

- I arter, som hver år er udbyttehæmmende.
- II " , som lejlighedsvis kan være udbyttehæmmende.
- III " , som kun undtagelsesvis er generende.

Tabel 4. I gruppe I blev der i gns. af de 3 sidste år fundet følgende antal pr. m<sup>2</sup>:

	Vårbyg Trad. - Dir.	Vårraps Trad. - Dir.	Vinterhvede Trad. - Dir.
Maj	222 - 89	76 - 35	92 - 347*)
Aug.	3 - 14	37 - 22	29 - 10

\* incl. planter fra spildfrø af vårraps.

Direkte såning gav kvikproblemer i vårbyggen, idet antallet af kvikskud, trods årlig glyposat-sprøjtning i stubben, var 7 gange så stort som efter traditionel bearbejdning. I vårraps og vinterhvede var forskellen væsentlig mindre: gns. 0,3 i trad. mod 0,7 i direkte såning.

I den direkte såede hvede udeblev enkelte arter næsten totalt i de sidste 3 forsøgsår. Det gjaldt bl.a. *Polygonum convolvulus* (tabel 5).

Tabel 5. *P. convolvulus*, antal og vægt af planter og antal frø pr. m<sup>2</sup>, gns. af 3 år.

	Antal	G	Antal frø
Traditionel bearbejdning	83	324	6797
Direkte sået	5	9	106



En lignende reduktion af andre arter skete i vårbyg (mark 2):

Tabel 6. Antal planter pr. m<sup>2</sup> i traditionel bearbejdning (T) og direkte sået (D).

	Poa annua		Viola arv.		Pol. persicar.	
	T	D	T	D	T	D
1982, maj	49,3	118,2	204,4	43,8	64,4	11,1
1983, "	51,7	77,5	332,5	28,3	90,8	0,1
1985, "	8,9	3,2	64,5	0,9	1,2	0

Antallet af arter formindskedes også med årene i byg og hvede. August-optælling i raps var derimod usikker:

Tabel 7. Antal arter, gns. af 1984, -85 og -86.

	Vårbyg		Vinterhvede		Vårraps	
	A	D	A	D	A	D
Maj	14,0	8,9	11,0	10,3	13,6	9,0
Aug.	8,7	6,7	9,7	6,3	-	-

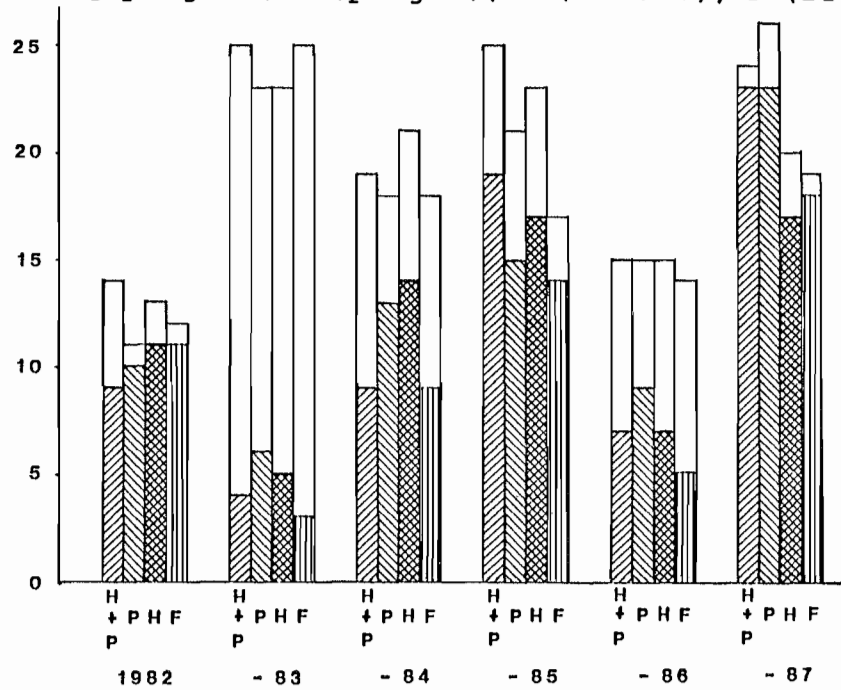
Ved Inst. for Ukrudtsbekæmpelse blev der i 1987 afsluttet to 7-årige forsøg med 4 bearbejdningsmetoder kombineret med normal og ingen sprøjtning mod frøukrudt.

I forsøget på Sjælland domineres de usprøjtede led af Sinapis arvensis og Stellaria media. Antallet af disse men også af andre arter er i maj stærkt stigende gennem de sidste 4 år både i sprøjtet og usprøjtet, og specielt efter harvning og fræsning uden efterfølgende pløjning.

I det andet forsøg udført efter samme plan og på næsten samme jordtype ved Statens Jordbrugstekniske Forsøg var floraen mere alsidig sammensat. Bestanden ligner mere en dansk gennemsnitsmark og resultaterne er derfor mere aktuelle.

Talmaterialet fra de 2 forsøg er ved at være færdigbearbejdet. Som supplement til det sjællandske forsøg undersøger Holm-Nielsen frøproduktionens størrelse og sammensætning. Fra forsøget ved Bygholm skal vises enkelte, foreløbige resultater. Såvel antallet af arter som antallet af planter varierede med årene p.gr.a. klimaet.

Fig. 1. Antal arter i maj (hele søjlen) og i august (skraveret) H+P (harvet og pløjet), P (pløjet), H (harvet), F (fræset).



- 1983: gode fremspiringsbetingelser og tørke i juni-juli.  
 -85: " " " ugunstigt sprøjtevejr.  
 -86: tørt under fremspiringen " gunstigt "  
 -87: gode fremspiringsbetingelser " regnfuld, kølig sommer.

Disse forhold gør sig også gældende overfor planteantallet (tabel 8) og vægten (tabel 9).

Tabel 8. Samtlige planter pr. m<sup>2</sup> i maj og august (gruppe I+II+III) og planter i gruppe I (de 10 mest generende arter) i maj og august.

	1982	-83	-84	-85	-86	-87
	M - A	M	M - A	M - A	M - A	M - A
I+II+III						
Harv. + pløj.	181-12	229	144-23	465-133	164-16	167- 78
Pløjet	132-25	253	107-49	433-116	212-62	286-119
Harvet	239-11	256	215-26	501- 67	246-19	183- 69
Fræset	210-10	295	180-14	462- 77	222-22	175- 65
I						
Harv. + pløj.	107- 6	163	88- 1	409- 97	84- 4	133- 27
Pløjet	79- 4	159	59- 3	368- 68	126- 2	205- 25
Harvet	178- 6	200	178- 2	457- 41	188- 8	159- 35
Fræset	149- 5	219	158- 1	436- 59	166- 7	137- 29

Tabel 9. Grønvægt i g pr. m<sup>2</sup> af 10 arter (gruppe I) i august.

	1982	-83	-84	-85	-86	-87
Harv. + pløj.	21		23	119	21	83
Pløjet	24		34	106	40	211
Harvet	24	2g/m <sup>2</sup>	31	67	26	111
Fræset	20		12	69	25	84

Harvning og fræsning viser efter nogle års forløb tendens til at formindske antallet af arter (figur 1). De samme behandlinger og især harvning har i alle årene forøget fremspiringen i maj. Begge behandlinger har dog resulteret i, at planteantallet i august generelt er af samme størrelsesorden som efter traditionel bearbejdning (tabel 8). Dertil kommer, at vægten af overlevende ukrudtsplanter i august oftest har været mindre efter fræsning end efter harvning + pløjning (tabel 9).

Disse og lignende tendenser fra forsøget på Sjælland er langt mindre, end der er opnået i praksis (tabel 1). Årsagen hertil er bl.a.:

I) At de landmænd, som vælger og fastholder utraditionelle metoder, oftest er dygtige og erfarne planteavlere. De benytter det bedst egnede redskab på det gunstigste tidspunkt. De sår tidligt og udnytter vejrforholdene i sprøjteperioden bedre end flertallet.

II) I bearbejdningsforsøg skal alle behandlinger uanset jordtypen ske efter en fastlagt plan. Valg af redskaber kan ikke ændres. De ideelle behandlingstidspunkter er vanskeligt at overholde, når der samtidig er andre forsøg at passe. I rækkeforsøg, hvor flere bearbejdningssmåder sammenlignes, er der gennem optællinger af ukrudt påvist nabovirkninger, som kan tilsløre resultaterne. Flere naborækker med hver sin bearbejdningssmåde forøges faren for nabovirkning og indebærer risiko for overslæbning af ukrudtsfrø, rødder og rhizomer.

III) Bearbejdningsforsøg er derfor uhyre vanskelige at gennemføre fejlfri.

3. Egne undersøgelser blev påbegyndt i begyndelsen af -70'erne hos landmænd med reduceret (pløjefri) bearbejdning.

Typiske resultater fra de første 8 år er vist i tabel 1 sammen med enkelte resultater fra traditionel bearbejdede og veldrevne nabomarker.

Et lysbilled viser udviklingen i samtlige 69 marker, som ikke har været pløjet i indtil 21 år. Allerede efter 3-5 pløjefri år er der tendenser til nedgang i planteantallet. Efter 7 år er antallet af både planter og arter nået et niveau, hvorfra der kun er sket mindre ændringer i de følgende år. Alm. kvik var tilstede i 18 af de 57 ikke pløjede marker (32%) med gns. 0,62 skud pr. m<sup>2</sup>. I de pløjede var der kvik i 9 af de 12 marker (75%) og gns. 0,81 skud pr. m<sup>2</sup>.

Optællingen hos disse landmænd er som nævnt fortsat. Når arbejdet er afsluttet om et par år, vil materialet kunne belyse det øgede vintersædsareals indflydelse på ukrudtsbestanden siden 1979.

Allerede i de første år i -80'erne var det tydeligt, at antallet af vinterannuelle arter var tiltagende både i pløjet og ikke pløjet. Det var ikke mindst *Stellaria media*, men også arter af *Matricaria*, *Veronica* og *Viola* er tiltagende. Specielt er *Poa annua* og alm. kvik øget stærkt og *Agrostis spica-venti* breder sig foruroligende. *Bromus sterilis* og *Agrostis stolonifera* er også blevet mere almindelige - også efter ikke-pløjning, mens *Avena fatua* nærmest er en sjældenhed, hvor pløjning undlades.

Optællingerne gennem årene har også vist, at det er nødvendigt at placere optællingsflader i markens fulde længde for at få et reelt udtryk for, hvordan en given behandling virker på ukrudtet. Danske landbrugsjorde varierer ofte så meget, at såvel artssammensætning som planteantal kan ændre sig ganske betydelige inden for få løbende meter.

Dette illustreres af et lysbillede, der viser en let kuperet mark, hvor jordbunden varierer noget, men ikke påfaldende meget fra ende til anden. Afgrøderne gennem årene har været ensartede marker igennem, hvorimod ukrudtsbestanden skifter karakter inden for små afstande.

De første års 12-20 optællingsflader a 0,5-1,0 m<sup>2</sup> er derfor udvidet til 30-40 fordelt i hele markers længde. Dette giver samtidig mulighed for at se, hvor de enkelte arter spirer og udvikler sig kraftigst.

**Latinske og danske artsnavne. Norske og svenske navne efter Korsmo.**

Agrostis spica-venti	- vindaks	snerp-hvein	kösa
" stolonifera	- krybhvene	kryp-hvein	krypven
Avena fatua	- flyvehavre	floghavre	flyghavre
Bromus sterilis	- gold hejre		
Chenopodium album	- hvidmelet gåsefod	meldestokk	svinmålla
Chrysanthemum segetum	- gul okseøje	gul prestekrage	gullkrage
Cirsium arvense	- ager-tidsel	åker-tistel	åkertistel
Crepis capillaris	- grøn høgeskæg		
Elytrigia repens	- alm. kvik	kveke	kvickrot
Euphorbia spp.	- vortemælk-arter	vortemelk	revormstörel
Euqusetum arvense	- ager-padderok	åker-snelde	åkerfråken
Lamium spp.	- tvetand-arter	tvetann	rödplister
Matricaria maritima	- lugtløs kamille	baldersbrå	baldersbrå
Mentha arvensis	- ager-mynte	åker-mynte	åkermynta
Poa annua	- enårig rapgræs		
Polygonum spp.	- bleg og fersken pileurt	blekbl. skjedeknæ/ hönsegræs	rödknåa/åkerknåa
Polygonum convolvulus	- snerle-pileurt	vindel-skjedeknæ	åkerbinda
Senecio vulgaris	- alm. brandbæger	åker-svineblom	korsört
Sinapis arvensis	- ager-sennep	åker-sennep	åkersenap
Stachys arvensis	- ager-galtetand	åker-svinerot ?	knölsyska ?
Stellaria media	- alm. fuglegræs	fuglegræs	våtarv
Taraxacum spp.	- mælkebøtte	lövetann	maskros
Urtica dioeca	- stor nælde	stor brennesle	brännässla
Veronica spp.	- ærenpris-arter		
Viola arvensis	- ager-stedmoder		

## DIREKTSÄDD AV OLJEVAXTER

### B a k g r u n d

Att kunna etablera ett plantbestånd med en tillfredsställande utveckling före vintern utgör ett centralt problem i svensk höstoljeväxtodling. Denna omfattar normalt ca 55 000 ha och till ungefär åttio procent sker sådden efter vårkorn. I södra Sverige är 15-20 augusti optimal såtid. Förfruktens relativt sena mognad och skördetid, ofta torr väderlek och lerhaltig jord medför som regel svårigheter i det här sammanhanget.

Tillgång till lämpliga ogräsbekämpningsmedel och maskiner för sådd direkt i obearbetad jord bidrog under 1970-talet till ökad utbredning av tekniken utomlands. Med hänsyn till problematiken betr höstoljeväxtsådden var det därför av stort intresse för de svenska oljeväxtodlarnas organisation att i sitt omfattande utvecklingsarbete också närmare klarlägga direktsådens möjligheter. Åren 1979-1987 har sålunda genomförts ett stort antal fältförsök. Även om huvudvikten lagts på höstoljevaxter har ett visst antal försök berört våroljevaxter. I den grödtypens viktiga mellansvenska odlingsområden bidrar ofta väder och jordtyp m m till att höstplöjning inte kan genomföras på ett tillfredsställande sätt.

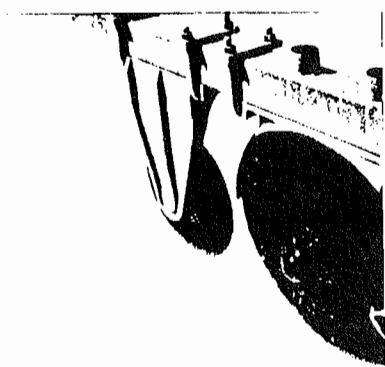
### F ö r s ö k s u p p l ä g g n i n g

Fältförsöken har arrangerats som ordinära fältförsök med fyra upprepningar av varje försöksled. För dessa har bruttobehandlingsytan varit ca 60 m<sup>2</sup> med nettoskörderuta om 25 m<sup>2</sup>. Försökssådderna har utförts med konventionella såmaskiner med för resp maskintyp normal körhastighet. För direktsådd har använts fabrikat av såväl triple-disc-typ (Massey Ferguson 130, Bettinson DD2) som single-disc-typ (Väderstad, Parmiter Moore-Drill). Resultaten har dock inte gett anledning att skilja försökssammansättningarna efter maskintyper. För försöksutfallet har andra faktorer varit vida mer avgörande än använt maskinfabrikat.

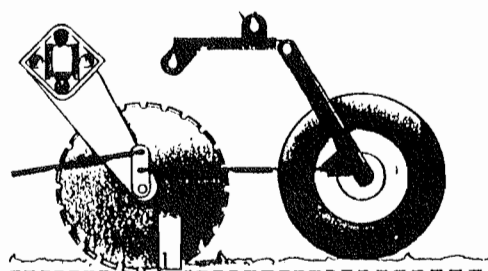
I samtliga försök har direktsådd jämförts med konventionell teknik varvid ledet plöjning, ordinär jordbearbetning och såbäddsberedning alltid varit representerat. I vissa försök med vårsådd har försöksled utan höstplöjning men med enbart vårbearbetning med kultivator/tallriksredskap och

harv också förekommit. Försöksplanerna har alltid omfattat olika metoder för behandling av förfruktens skörderester. Halnbränning för direktsådd ansågs så tillförlitlig att planerna betr höstraps ändrades 1984 till att också belysa betydelsen av dels kemisk bekämpning av ogräs och arvssäd, dels halmbärgning/-nedplöjning även vid konventionell teknik. I höstraps har genomgående 60 kg N/ha i kalksalpeter tillförts samtliga led efter sådd. Vårens kvävegiva har varit den som försöksvärden tillämpat.

Bild 1. Exempel på såaggregat för direktsådd



Triple-disc  
(ex. Bettinson)



Single-disc  
(ex. Väderstad)

## R e s u l t a t a v f ä l t f ö r s ö k

Vad gäller höstraps redovisas här enbart resultat från skånska försök. Sådana har dock utförts även i andra svenska odlingsdistrikt och med liknande resultat som de sydsvenska. Vissa olikheter betr försöksplaner, förfrukter etc försvårar dock tillfredsställande sammanställningar av de försök som genomförts i de mellansvenska områdena.

### Höstraps, förfrukt vårkorn

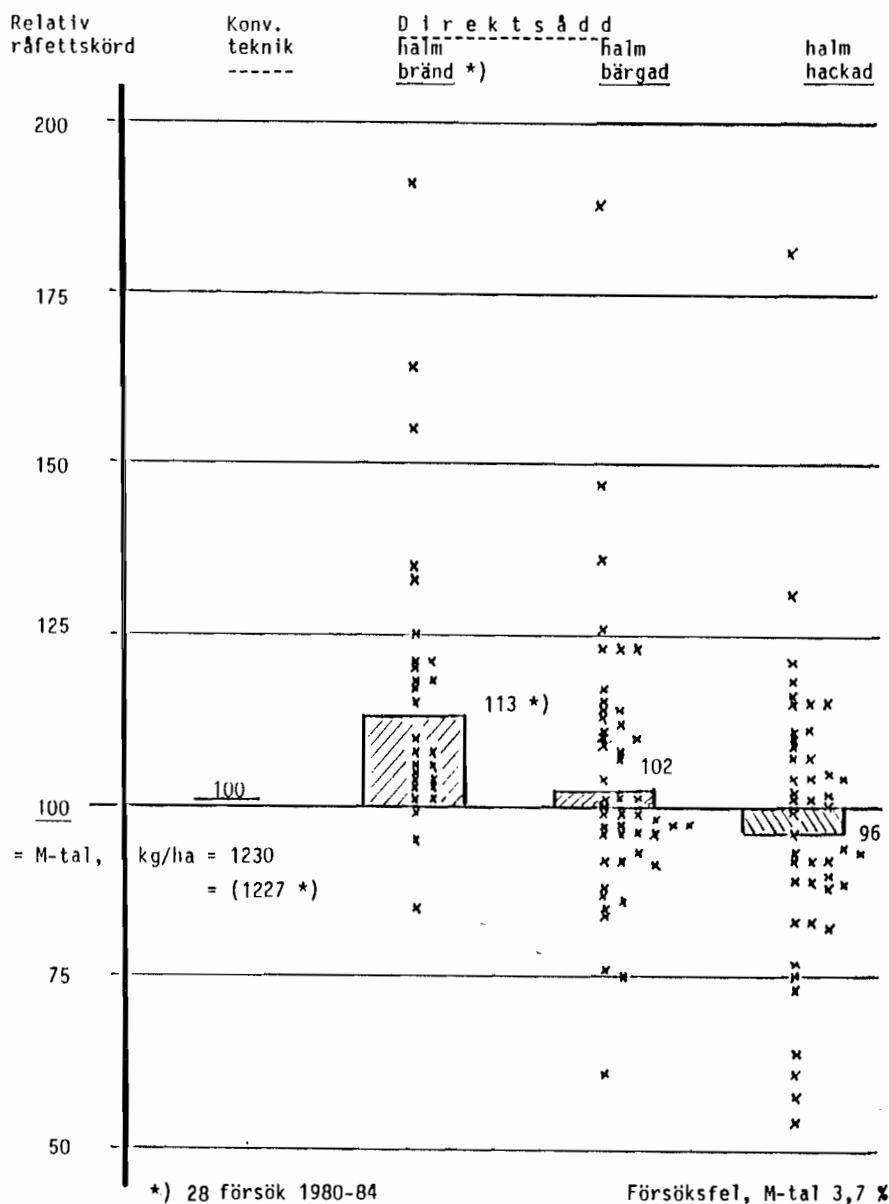
Figur 1 redovisar samtliga skånska försök, 47 st, med direktsådd höstraps efter vårkorn. Sedan skördeåret 1985 utgör avkastningsuppgifterna medeltal av försöksleden utan och med kemisk ogräsbekämpning och betr konventionell teknik också medeltal för de båda halmbehandlingsalternativen.

Det är angeläget att framhålla spridningen bakom redovisade medeltal. Särskilt positiva utslag för direktsådd har främst att göra med antingen otillfredsställande, sen etablering som följd av torra eller alltför kraftig svärbemästrad förekomst av nygrott fröogräs i det konventionella ledet. Uttalat svaga resultat av direktsådd härrör i flertalet fall från en besvärande höstkonkurrens av arvssäd och/eller generande förekomst av halm och/eller boss.

Figur 1

**DIREKTSÄDD, HUSSTRAPS EFTER VÄRKORN**

47 försök, Skåne, skördeåren 1980-1987



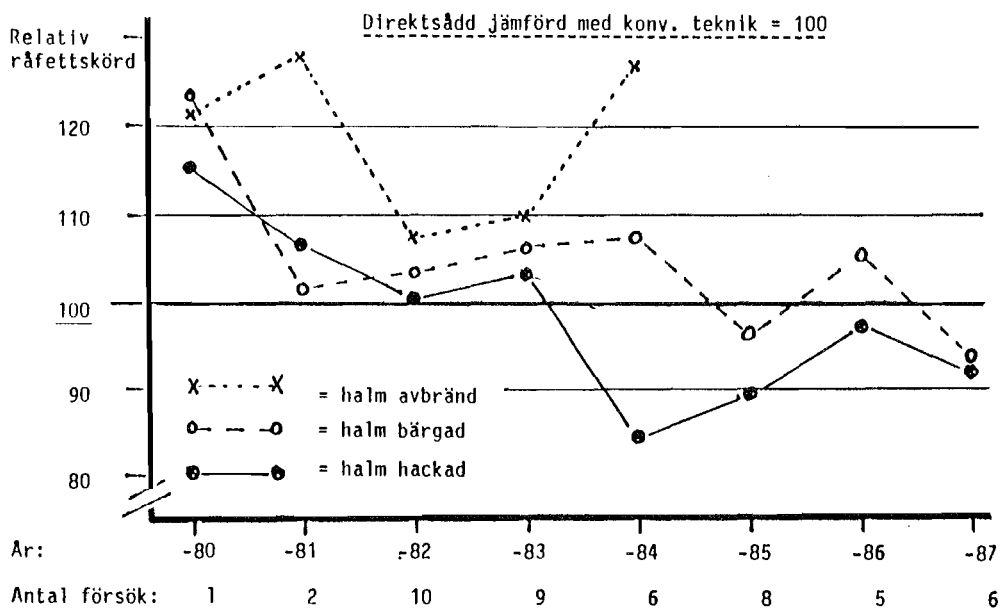
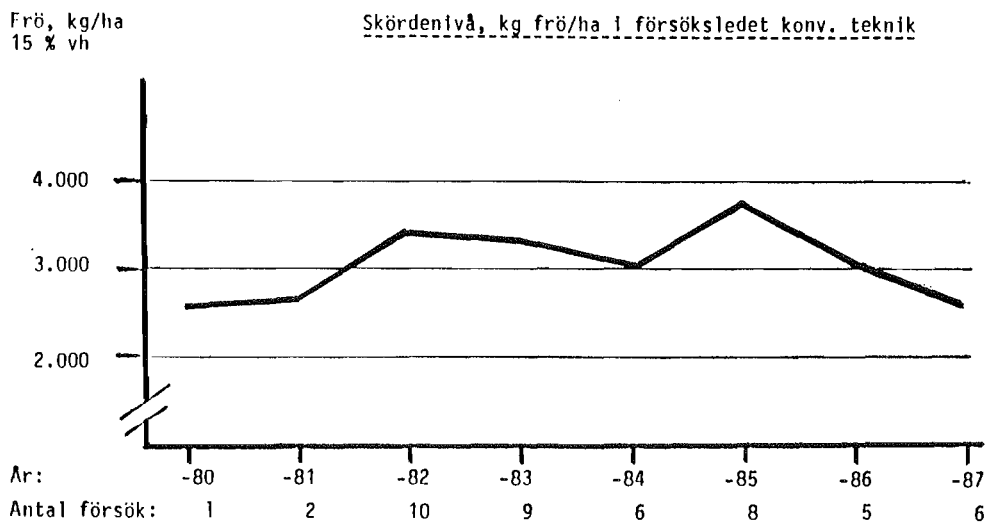
Som framgår leder bränning av halm och också viss del av stubb till säkra resultat av direktsädd. Endast i tre av tjugofem fall har skörden här blivit lägre än för konventionell teknik. Störst är helt naturligt resultatspridningen för sådd i kvarlämnad halm som i hälften av försöken gett lägre skörd än plöjningsledet. Medeltalet, relativalet 96, och de positiva utslagen visar dock att metoden vid rätta förutsättningar och tillvägagångssätt kan vara fullt ekonomiskt försvarbar.



Figur 2

**DIREKTSÄDD, HUSTRAPS EFTER VÄRKORN**

47 försök, Skåne, skördeåren 1980-1987



Samma försök som redovisas i figur 1 återfinns i figur 2 uppdelade på enskilda skördeår. Här framgår också aktuella skördenivåer i kg frö/ha för det konventionella ledet. De relativt stora variationerna för direktsädd i hackad halm mellan olika år kan delvis förklaras med antingen extremt torra betingelser i samband med sådd och därmed bristfällig beståndsetablering eller särskilt hård barfrost då aktuellt halmlager fungerat som isolerskikt och därför lett till stark temperaturminskning i plantbeståndet.

Tabell 1

HÖSTRAPS, DIREKTSÄDD EFTER VÄRKORN

19 försök, Skåne 1985-1987

A. Utan kemisk ogräsbekämpning

B. Med kemisk ogräsbekämpning. Vid konv. teknik Butisan S, 2,5 l/ha direkt efter sådd

Vid direktsådd Butisan S, 2,5 l/ha under grödans uppkomst - hjärtbladsst.

	Konventionell jordbearbetning och sådd				Direktsådd			
	Halm bärgad		Halm nedplöjd		Halm bärgad		Halm kvar hackad	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Medeltal, försöksfel 4,1 %								
	Medelsådatum 23/8				Medelsådatum 22/8			
Avk. kg/ha								
- frö 15 %, vh	3073	3415	3029	3323	2880	3389	2671	3232
- råfett	1188	1313	1153	1278	1101	1302	1022	1243
-"- , Rel.tal	<u>100</u>	<u>111</u>	<u>97</u>	<u>108</u>	<u>93</u>	<u>110</u>	<u>86</u>	<u>105</u>
Vattenh. vid skörd, %	14,8	15,9	15,0	16,3	17,5	16,8	17,8	17,5
Avfall, %	1,6	1,5	2,4	1,4	1,9	1,1	1,8	1,2
Klorofyll, ppm	16	18	18	20	22	17	23	19

Mer ingående redovisas resultatuppgifterna från de skånska försök, som enligt den utvidgade försöksplanen skördats 1985-1987. Praktiska omständigheter har föranlett att sådden enligt olika metoder inte i alla försök kunnat utföras samtidigt. Som vid praktisk tillämpning medger den nya tekniken viss tidsfördel. I medeltal av dessa försök är dock skillnaden i såtid endast en dag. Här framgår att halmbärgning varit fördelaktig också vid konventionell teknik. Antagligen har halmnedplöjning här föranlett en viss försämring av jordstrukturen. Den kemiska bekämpningen har haft stor betydelse för resultaten också i leden med direktsådd, som genomgående uppvisat lägre frekvens nygrott fröogräs. Här torde den positiva bekämpningseffekten vara att hänföra till dels eliminering av arvssäd dels det direktsådda, oftast tunnare, grödbeståndets större utsatthet för ogräskonkurrens. Det senare gäller inte minst vid sådd i hackad halm.

Såtekniken tycks vara utan betydelse för avfallshalten. Denna uppvisar dock viss tendens till att sänkas av kemisk ogräsbekämpning. Såväl vattenhalter vid skörd som klorofylltal visar på att direktsådda bestånd har en något senare mognad. Ett förhållande som ofta iakttagits i praktiken. Förklaringen ligger nog i en dokumenterat senare vårutveckling, (kallare jord, senare kväveupptagning etc.), ett glesare bestånd med kraftigare förgrening samt eventuellt lägre angreppsgrad av brådmognads-

framkallande svampsjukdomar. I Skåne är härvid *Verticillium dahliae* den vanligaste parasiten. 1982 utförd sjukdomsgradering i ett antal försök visar tendens till något friskare grödor i de direktsådda leden.

Tabell 2

DIREKTSADD HÖSTRAPS Utdrag ur försöksresultat 1980-87

FÖRFRUKT VÅRKORN

**VERTICILLIUM (KRANSMÖGEL)**

GRADERING AV ANGREPP: försök, Skåne 1982

	Konv. jordbearb. och sådd	Direktsådd		
		halm bränd	halm bärgad	halm kvar hackad
<i>Verticillium dahliae</i> (0 - 3) M-tal 7 försök	0,8	0,7	0,6	0,5

Höstraps, andra förfrukter än vårkorn

Enstaka försök med andra förfrukter än vårkorn har också förekommit. Direktsådd efter höststråsådd har i regel gett mindre lovande resultat. Detta som följd av alltför stora mängder halm, stubb och rotmassa, som uppenbarligen försvårat både beståndsetablering och plantutveckling. Vidare medför här arvssäden ett större problem som dessutom betr råg och höstkorn är svårlöst på grund av dessa arters motståndskraft mot aktuella kemiska medel. Vad gäller konservärt har skördemaskinernas spår lett till mindre goda förutsättningar för direktsådd. Erfarenheterna av direktsådd efter ärter till mogen skörd är däremot goda förutsatt att aktuella skörderester från såväl tröskans halmhack som från dess bossåll blivit väl spridda.

Direktsådd av höstraps i vallar, både foder och gräsfrövallar, har provats med något varierande resultat. Ett lyckat sådant kräver att vallbeståndet kan avdödas med Roundup ca en vecka före sådd. För tillfredsställande avdödning måste då vallbeståndet vara ca 1 dm högt och i god växt. För eliminering av vallbaljväxter krävs vidare en fördubblad normaldos av preparatet jämfört med gräs. I fråga om gräsfrövall måste hänsyn också tas till förekommande spillsäd. Har detta inte hunnit gro vid första behandlingstillfället måste ev nygrott, omfattande gräsbestånd åtgärdas med andra kem. medel i den nyetablerade rapsgrödan. Slutligen har det också visat sig att

direktsådd i vall måste ske så att utsädet placeras i kontakt med mineraljord och inte blir "hängande" i mattan av organiskt vallmaterial.

Tabell 3

FÖRFRUKT GRÄSFRÖVALL (ÄNGSGRÖE) 3 försök, Skåne 1982 och 1983

Jordart	Konv. jordbearb. och sådd	Direktsådd
m mh 1 mä Mo		Gräshalm bärgad Återväxt dödad med Roundup ca 1 v. f. s.
<u>MEDELTAL 3 försök</u>		
Sådatum:	<u>15/8</u>	<u>19/8</u>
Avk. kg/ha		
- frö, 15 % vh	3446	3566
- råfett	1359	1414
- " - , Rel.tal	<u>100</u>	<u>104</u>
N-gödsl., h. 60 + v. 190 (kg N/ha)		

Det är enbart i frövall av ängsgröe som flera försök enligt samma försöksplan utförts. Resultaten från dessa tre försök, (tabell 3), tyder på ett direktsådd av höstraps är tillämpbar också i vall av denna typ, som oftast uppvisar en mycket tät och helt marktäckande gräsväxt.

Våroljevaxter förfrukt stråsäd

Försöken med direktsådd av våroljevaxter har genomförts i de mellan-svenska odlingsdistrikten och redovisas i tabell 4. Sådden har skett efter höststråsäd eller vårstråsäd. Som framgår har behandlingen av förfruktens skörderester haft mindre betydelse än vid direktsådd på hösten. Vidare har betr både vårrybs och vårraps konventionell teknik med enbart jordbearbetning på våren varit minst fördelaktiga alternativ. Detta antagligen som följd av att jordarten i flertalet fall varit mellanlera - styv lera.

Tabell 4

DIREKTSÅDD, VÄROLJEVÄXTER, MELLANSVERIGE 1981-86, Förfrukt: Stråsåd

	Konventionell teknik		Direktsådd		
	Höst-plöjning	Endast vårbearb.	Halm bränd	Halm bärgad	Halm kvar hackad

VÄRRYBS

M-tal 10 försök

Avk. kg råfett/ha	676				
-"- Rel.tal	<u>100</u>	84	99	97	98

VÄRRAPS

M-tal 2 försök

Avk. kg råfett/ha	1003				
-"- Rel.tal	<u>100</u>	74	93	89	87

Konventionell teknik Höstplöjn. och/eller vårbearbetning	Direktsådd Oberoende av halmbehandling
--	---

VÄRRYBS

M-tal 15 försök

Avk kg råfett/ha	655	700
-"- Rel.tal	<u>100</u>	107

VÄRRAPS

M-tal 8 försök

Avk kg råfett/ha	882	778
-"- Rel.tal	<u>100</u>	88

I tabellens nedre del har resultaten sammanförts för dels konventionell teknik, (höstplöjning och/eller enbart jordbearbetning på våren), dels direktsådd oberoende av halmbehandling. Därvid kan ett större resultatmaterial redovisas då inte samtliga fem försöksled förekommit i alla väroljeväxtförsöken. Också i ett sådant sammandrag har direktsådd hävdats sig bättre i verrybs än i vrraps. Detta kan dock vara en tillfällighet, beroende på förhållandena 1983, då relativt många av verrybsförsöken genomfördes. Den odlingssäsongen föregicks av dåliga betingelser för höst-

plöjning. Vidare var nederbörden riklig efter vårsådden. Konventionell teknik ledde till ojämn såbädd som efter sådd i många fall blev ihopslagen och fick skorpbildning. Obearbetad jord och direktsådd medförde inte sådana problem och ledde i flertalet försök till betydligt högre avkastning än i jordbearbetningsalternativen.

## E f a r e n h e t e r a v p r a k t i s k t i l l ä m p n i n g

### Omfattning

Sedan hösten 1982 har direktsåddtekniken i ökande grad kommit i praktisk tillämpning. Till detta har såväl entreprenadverksamhet genom maskinstationer som gemensam maskinanskaffning vid enskilda gårdar bidragit. Antalet maskiner i bruk 1987 uppgår till drygt 300 st med fabrikaten Bettinson DD2 och Väderstad som helt dominerande. Främst används direktsådd för höstsådd. Normalt etableras ca 25 % eller ungefär 15 000 ha av höstoljeväxtarealen och drygt 20 000 ha av höstsädesarealen genom direktsådd. Årsmån och akutell väderlek bidrar dock till att utnyttjandet av tekniken växlar kraftigt mellan olika år.

Vad gäller höstsådd förekommer aldrig någon ytlig jordbearbetning före sådd med triple-disc-maskin. Med single-disc-fabrikat utförs däremot ibland en grund, jämnande bearbetning före sådd. För vårsådd av stråsäd, våroljeväxter och ärter tillgrips direktsådd i viss omfattning. Då ofta på grund av särskilda omständigheter ex. Roundup-behandlad ej höstplöjd sträsädesstubb eller på höstplöjd och väl höstjämnad jordtyp som kräver större upptorkningsgrad för konventionell vårsådd än för direktsådd.

### Praktikens rön överensstämmer med försöksresultaten

Både i försök och praktik har med eftertryck uppmärksammats att direktsådd för att bli framgångsrik ställer krav på förutsättningar och speciella, för metoden anpassade odlingstekniska åtgärder.

För tillredsställande beståndsetablering och grödutveckling måste jordstrukturen vara oskadad och markytan jämn. Alltför fuktiga markför hållanden leder till ofördelaktig utsädesplacering. Vidare skall icke önskvärd vegetation av ogräs och/eller arvssäd kunna bemästras antingen före sådd eller i den direktsådda grödan. Ev förekomst av förfruktens skörderester bör vara måttlig och väl fördelad. Ett oeftergivligt krav är också att en nyetablerad direktsådd oljeväxtgröda har tillgång till snabbt upptagbart kväve. Detta har också påvisats i av odlarorganisationen finansierad undersökning vid Sveriges Lantbruksuniversitet.

Observerade tidiga tillväxtstörningar vid sådd i stråsädesstubb kunde också i härvid aktuella kärnförsök hävas genom kvävegödsling.

*Bild 2.* Direktsådd höstraps i kornstubb



Ogödslad ruta framför försöksled med 40 kg N/ha  
direkt efter sådd

Slutligen utgör angrepp av åkersnigel på nyetablerade oljeväxter ett större problem vid direktsådd, särskilt vid milt och fuktigt väder, lerjord och riklig förekomst av organiskt material.

## DIREKTSÄDD AV STRÅSÄD OCH VALLVÄXTER

Direktsådden har under 1980-talet tilldragit sig stort intresse främst för etablering av höstsådda grödor. Metoden ökar möjligheterna att hinna höstså när tiden är knapp mellan skörd och ny sådd. Lägre kostnader har också bidragit till att många prövat tekniken. Huvuddelen av fältförsöken med direktsådd har också gällt höstsådda grödor, men diskussionen huruvida markstrukturen förbättras vid kontinuerlig direktsådd har lett till att några fastliggande anlagts. De senaste åren har några frässåmaskiner av typ Horch och Dutzi importerats och fältförsök med dessa pågår. Sedan 1986 pågår också försök att renovera vallar med dels nyinsådd av vall dels hjälpsådd av klöver i gammal gräsvall. Resultaten av dessa direktsåddförsök, som har bedrivits i jordbearbetningsavdelningens regi redovisas i denna sammanställning.

F ö r s ö k i h ö s t s ä d

Den första serien direktsåddförsök lades enligt följande plan:

a = konventionell bearbetning och sådd

b = direktsådd, halmen bränd

c = " , halmen bärgad

d = " , halmen kvar hackad

I huvuddelen av försöken utfördes direktsådden med trippeldiskmaskin med 17.5 cm radavstånd. Några såddes med maskin med enkel skivbill.

En sammanställning av resultaten redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Direktsådd av höstsäd, R2-9511, 1981--86. Skörd i kg/ha.

Gröda	Förfrukt	Antal försök	Konv. bearbetning	Direktsådd		
				halmen bränd	halmen bärgad	halmen kvar hackad
Höstvete	oljeväxter bönor havre	11	6110	+ 330	+ 250	+ 130
Höstvete	korn vete	7	5990	- 300	-1040	-1820
Höstråg (sand- jord)	korn råg	4	3360	- 270	- 920	- 950



Direktsådden har givit mycket varierande skördar i de enskilda försöken och effekterna av halmförekomsten var stor. Efter goda förfrukter som oljeväxter, bönor och havre har direktsådden gått bra. Efter havre får dock inte mängden skörderester vara för stor. Med sämre förfrukter som korn och vete har direktsådden misslyckats i synnerhet om halmen varit kvar. Direktsådd av råg på sandjord efter korn eller råg har inte heller gått bra.

Hushållningssällskapen i Malmöhus och Kristianstad län har genomfört en serie försök med olika bearbetningar och sådd av höstvetete efter oljeväxter, som är en vanlig förfrukt i detta område. Serien omfattar följande led:

- a = konventionell bearbetning och sådd
- b = plöjningsfri odling (bearbetning med kultivator, harvning, sådd)
- c = direktsådd
- d = harvsådd utan plöjning

Varje bearbetningsåtgärd har prövats dels utan och dels med 50 kg kväve på hösten. Direktsådden har i regel såtts med trippeldiskmaskin. Bossträngarna efter oljeväxterna har spridits ut genom harvning omedelbart efter tröskan om så erfordrats. Som framgår av tabell 2 har en hög skörd erhållits i försöken och det är inga säkra skillnader mellan bearbetningsmetoderna. Efter oljeväxter har höstvetet inte behövt något extra kväve på hösten.

Tabell 2. Olika bearbetningsteknik till höstvetete efter oljeväxter i Skåne, L2-9517. 22 försök 1984--87. Skörd kg/ha och rel.tal.

Bearbetnings- teknik	Höstgödsling	
	utan N	50 kg N
Konventionell	7420	98
Plöjningsfri	100	100
Direktsådd	98	97
Harvsådd	99	99

#### F a s t l i g g a n d e d i r e k t s å d d f ö r s ö k

Direktsådd har i Sverige i regel tillämpats ett eller två år i följd t ex till höstoljeväxter och höstvetete under lämpliga förhållanden. Endast i ett fåtal fall har kontinuerlig direktsådd prövats. För att undersöka om markstrukturen på sikt kan förbättras genom upprepad direktsådd pågår sedan några år tre sådana försök, ett på en moränlättilera på Alnarp, två på styv lera varav ett på Lanna och ett på Ultuna. Dessutom anlades ett försök på en sandjord på Tönnersa. Detta försök har redan avslutats, då direktsådden ledde till missväxt. Stora problem med ogräs främst kvickrot, vitgröe och baldersbrå uppstod och kemiska bekämpningar misslyckades. De första åren ingick led med och utan halm samt med och utan en grund stubbearbetning för att

studera hur dessa åtgärder påverkar förhållanden vid vårsådden och hur skivbillmaskinerna förmår att klara olika förutsättningar. För närvarande behandlas dessa birutor lika och så att goda förhållanden för direktsådd skapas. Resultat för de enskilda åren av dessa försök redovisas i tabell 3. Några tidstrender kan ännu inte skönjas utan resultaten speglar hur direktsådden lyckats beroende på förutsättning. Markstrukturundersökningar på Lannaförsöket påbörjades hösten 1987.

Tabell 3. Direktsådd i fastliggande försök, R2-4017, 1983--87. Skörd i kg/ha och rel.tal.

Plats	År	Gröda	Konventionell bearbetning	Direktsådd
Lanna	1983	Havre	4230	96
	1984	Höstvete	5580	107
	1985	Korn	5090	73
	1986	Foderärt	2670	107
	1987	Höst-vårvete	5750	84
Ultuna	1984	Havre	ej skördat	
	1985	Korn	5080	99
	1986	Korn	5340	96
	1987	Havre	4010	66
Alnarp	1983	Korn	3310	84
	1984	Vårraps	1650	94
	1985	Höstvete	5400	91
	1986	Socketbetor	8630	80
	1987	Korn	4220	105
Medeltal				
Lanna			100	93
Ultuna			100	87
Alnarp			100	91
Totalt			100	91

#### F ö r s ö k m e d f r ä s s å m a s k i n e r

Sedan 1986 pågår några försök där frässåmaskiner, Horch och Dutzi, jämförs med direktsåmaskiner av skivbillstyp samt konventionell bearbetning. I tabell 4 redovisas hittills erhållna resultat, som det ännu är för tidigt att dra några slutsatser av.

Tabell 4. Försök med direktsådd och frässådd 1986 och 1987. Skörd kg/ha och rel.tal.

År	Gröda	Försök nr	Konventionell bearbetning	Direktsådd	Frässådd
1986	Höstvete	L 469	5320	93	85
"	"	La 842	5730	99	96
1987	"	D 226	6020	106	108
"	"	La 201	6580	77	92
Medeltal			100	94	95
1986	Havre	La 858	4540	119	128
1987	Korn	La 203	5110	99	103
"	"	D 230	6430	86	92
"	"	Al 258	4540	72	89
"	Vårraps	L 469	1880	92	87
Medeltal			100	94	100

#### Renovering av vallar

I Norrland pågår försök med att renovera vall med direktsådd. Ett norsk-finskt samarbete har resulterat i en direktsåmaskin (Tume), som fräser en smal skåra före varje bill.

I en serie försök sås ny vall in utan skyddssäd i en gammal vall. Följande led ingår i planen.

a = höstplöjning, harvning och konventionell insådd

b = Roundup behandling, fräsning, harvning och konventionell insådd

c = " , direktsådd

d = direktsådd

Resultaten från insåningsåren och från första vallåret redovisas i tabell 5.

Tabell 5. Renovering av vall i Norrland 1986--87, R2-4021. Skörd kg/ha.

	Antal försök	Konventionell insådd	Roundup + fräsning	Roundup + direktsådd	Direktsådd
Insåningsår	9	2520	+ 180	+ 140	+ 4240
Vall 1	4	6570	+ 80	+ 10	- 560

Den höga skörden av direktsådd utan Roundup insåningsåret beror på att det är gammal vall som har skördats. Året därpå är skörden lägre i detta led. Etableringen i de icke plöjda leden är tillfredställande.

I en annan serie försök prövas att så in klöver i äldre gräsvall vid olika

tidpunkter. Försöksplanen omfattar följande led:

- a = ingen klöverinsådd
- b = klöverinsådd på senhösten, bredsådd
- c = " " våren, lättharvning, konventionell sådd, vältning
- d = " " " " , direktsådd, vältning
- E = " " " " " " , tidig klippning
- f = " " " " " " efter 1:sta skörd, direktsådd, vältning
- g = konventionell vallinsådd

De olika insåningssätten prövas både vid låg och normal kvävegiva, 40 resp 120 kg N per ha. I tabell 6 redovisas hittills erhållna skördar. Insåningsåret har tillväxten störts av insådden och skörden har blivit lägre. I många fall har etableringen av klöver i gräsvalLEN lyckats och skörden har blivit högre året därpå.

Tabell 6. Insådd av klöver i gräsvall i Norrland 1986--87, R2-4022. Skörd kg ts/ha.

	a	b	c	d	E	f	g
Insåningsåret: 7 försök							
Låg N-giva	5150	-460*	-550	- 850	-1440	- 50	-3390
Norm. N-giva	6830	-820*	-810	-1260	-1920	-470	-4010
1:sta efterverkansåret: 3 försök							
Låg N-giva	4750	-	+390	+ 870	+ 870	+490	+ 700
Norm. N-giva	6000	-	+ 20	+ 460	+ 330	+370	+ 510

\* = 3 försök

#### E r f a r e n h e t e r a v d i r e k t s å d d e n

I försöken har vi fått mycket varierande resultat med direktsådden av stråsäd. Under gynnsamma förhållanden blir skörden i nivå eller högre än vid konventionell bearbetning. Under ogynnsamma förhållanden riskerar man stora skördesänkningar. För att direktsådden skall lyckas bör marken vara väl-dränerad och i god struktur utan besvärade hjulspår. Fältet ska vara fritt från rotogräs. Stora halmmängder och bosssträngar skapar problem med groningen. Mindre halmmängder kan tolereras om halmen är jämnt spridd. I direkt-sådda bestånd är det större risk för angrepp av bladfläcksjukdomar och sniglar än i konventionellt odlade. Vi har ännu så länge betydligt mindre erfarenhet av direktsådd i vårsådda grödor än i höstsådda. I synnerhet när det blivit torrt omedelbart efter sådden har direktsådden på våren givit dålig skörd.

Direktsådd är också av intresse för att nyanlägga vall utan att plöja marken, för att hjälpså i fläckar som har utvintrat och för att så in klöver i gräsvallar. Stigande priser på kvävegödselmedel ökar intresset att höja andelen klöver i vallen.

#### L i t t e r a t u r

Cedell, T., 1985. Direktsådd-oljeväxter. SLU. Konsulentavdelningens rapporter. Allmänt 63, s 23:1-12. Uppsala.

Henriksson, L., 1985. Direktsådd av stråsåd. SLU. Konsulentavdelningens rapporter. Allmänt 63, s 24:1-7. Uppsala.

Egil Ekeberg

## UTBYTTESRESULTATER OG DYRKINGSMESSIGE ASPEKTER VED REDUSERT JORDARBEIDING I NORGE

### I n n l e d n i n g

I USA og England er det tegnet kart som viser behovet for jordarbeiding av den dyrka jorda. I disse landene er det klart at jordart og været er avgjørende faktorer for kravet til jordarbeiding når ugras og planterester er under kontroll. Lettdrenert, varm jord i tørt vær krever lite jordarbeiding, mens kald jord og fuktig vær kan gi størst avling ved vanlig jordarbeiding.

Arsaken til den store interessen for plogfri dyrking i USA er faren for erosjon, mens det i England er værforholdene når høstsæden skal i jorda som begrenser muligheten for jordarbeiding. I Norge har vi enkelte områder som er utsatt for erosjon. I andre distrikter er det ønske om rasjonell og økonomisk dyrking som er formålet ved en eventuell overgang til enklere jordarbeiding. Tradisjonell jordarbeiding hos oss består av stubbharving, en eller to ganger før høstpløying, og slodding og en eller to harvinger før såing/setting/planting om våren. En regner med at behovet for sprøytemidler øker når jordarbeidingsintensiteten minker. Det er for tiden sterk opinion mot bruken av plantevernmidler. Dette begrenser motivasjonen for overgang til redusert jordarbeiding.

Forskning vedrørende redusert jordarbeiding har relativt lite omfang i Norge. For tiden arbeider 4-5 forskere i deler av sin tid med dette emnet. I dette innlegget skal jeg legge fram de viktigste resultater disse forskerne har kommet fram til de siste 10-12 åra.

## R e s u l t a t e r

### Direktesåing av korn

Det er et lite antall såmaskiner i Norge som tillater direkte-såing på uberørt jord. Det finnes noen få 'MF130' som legger gjødsel og frø i kontakt med hverandre, og noen 'Väderstad' som sår frø eller gjødsel separat. Begge er skålsåmaskiner. Vi har videre en del gjødselharver og harvsåmaskiner. Disse er stive i hele sin bredde og krever jevn overflate for å få jevn sådybde. Størst utbredelse har Tume gjødselharv.

I 1980 til 1985 ble 'MF130' prøvd i sammenligning med tradisjonell jordarbeiding og slepelabbsåmaskin med følgende resultat i tonn kjerne pr. hektar:

	Ant. høstear	Trad.	MF130
1980-85 (Riley)	21	5,05	5,02
1983-84 (Børresen)	6	5,58	5,41

I Riley's serie var det fire felt med høstkorn, mens Børresen hadde ett. Maskina ble brukt både på moreneletteleire, siltjord og leirjord. Til vårkorn gir maskina spirehemning. Dette kan se noe dramatisk ut i forsøksfelt i spiringsfasen. Ved bruk av NPK-gjødsel fører ikke dette til avlingsreduksjon av betydning, mens kalksalpeter og spesielt urea er tidligere funnet å gi betydelig skade på plantene. I middel av disse forsøka ble det 61 kg pr. hektar mindre avling ved bruk av 'MF130' enn ved tradisjonell jordarbeiding.

I 1986 hadde vi to felt som ble gjødslet med Tume gjødselharv før såing med 'Väderstad' direktesåmaskin. Avling i tonn bygg pr. hektar ble:

Radgjødslet til 6-8 cm dybde	4,61	(100)
Overflategjødslet og nedharvet	4,37	(95)
Overflategjødslet	4,15	(90)

Både jorda og været i vårt distrikt betinger gjødselplassering for å få god utnyttelse av gjødsla. Av denne grunn er maskina lite aktuell til vårkorn. En kan selvsagt kjøre en tur med gjødsel først og deretter en tur med såkorn. Dette er imidlertid lite praktisk rettet. En annen løsning er å gjødselharve først, men da gjør ei slepelabbsåmaskin like godt arbeid som direkte-såmaskin.

Tume gjødselharv er også prøvd som direktesåmaskin. Avling i tonn pr. hektar:

	Ant. høsteår	Trad.	Tume gjødselharv
1978-80 (Ekeberg)	11	4,97	4,92
1980-84 (Riley)	14	3,76	3,57

Det er mye som tyder på at gjødselharva gir tilfredsstillende utbytte hvis jordoverflaten er jevn. I disse forsøka fra 1978 til 1980 ble gjødsla overflatespredd før såing med godt resultat. Det skal nevnes at det var forsommertørke både i 1978 og i 1979 noe som kan ha fremmet avlinga ved direktesåing. Riley meddeler at flere av hans felt hadde mest kveke ved direktesåing.

#### Redusert jordarbeiding til korn

På grunn av begrenset tilgang på direktesåmaskiner har en i de fleste forsøk sammenlignet virkningen av tradisjonell jordarbeiding med bare harving. Harvinga er utført om våren eller både høst og vår. Forsøk utført av Børresen, Marti, Njøs, Riley og undertegnede kan vurderes i forhold til visuelt bedømt kvekebestand på felta ved høsting. Avling i tonn pr. hektar og kvekedekning i parentes:

Kveke	Ant. høsteår	Trad.	Harvet
Lite	52	4,64 (2)	4,77 (2)
Mye	32	4,27 (6)	3,38 (24)
Ukjent	100	4,85	4,70



Konklusjonen blir at harving som eneste jordarbeiding gir tilfredsstillende resultat når kveka er under kontroll, og at avlinga synker med 1% for hver prosent kvekedekningen øker.

Forsøk på SFL Kise i 1980-83 viste at nedbørforholdene er avgjørende for kravet til jordarbeiding. Avling i tonn pr. hektar (Riley, Ekeberg) og nedbørunderskudd i juni/juli:

	Ant. høsteår	Nedbøru. mm	Trad.	Harvet
1980-81	12	- 42	5,10	5,04
1982-83	12	139	4,46	4,93

I de tørre åra 1982 og 1983 ble avlinga 11% større ved harving, mens det var liten forskjell mellom jordarbeidingssystemene i de fuktige åra 1980 og 1981. Marti fant tilsvarende resultat på Sør-Østlandet.

#### Stubbharving

Stubbharving om høsten sanerer kveke og gir avlingsøkning. På kvekefrie areal har imidlertid denne liten avlingsfremmende virkning. I middel av 41 høsteår har en fått disse resultater i korn:

Lite kveke + 10 kg/ha

Mer kveke + 190 kg/ha

#### Kvekeproblemer

Kveka kan oppformere seg raskt i forbindelse med redusert jordarbeiding. Vår erfaring er at den med fordel kan glyfosatbehandles om våren på urørt jord. Våren 1980 sprøytet vi et forsøksfelt den 6. mai som hadde 40% kvekedekning høsten før. Feltet ble sådd med Tume gjødselharv den 9. mai. Kveka ble full-

stendig utryddet og er ennå ikke brysom på tross av at jorda er verken pløyd eller harvet siden.

Det stilles ofte spørsmål om hvor tidlig etter slik sprøyting en kan bearbeide jorda. Et forsøk i 1986 med sprøyting 15. mai viste dårlig sprøyteresultat ved harving etter 1 døgn, men godt resultat ved harving etter 3 døgn.

Våren 1987 hadde vi et urørt areal med 100% kvekedecking (forberedt i 1986). Resultatet etter ulik sprøyte- og såtid ble:

<u>Sprøytetid</u>	<u>Såtid</u>	<u>Bygg t/ha</u>	<u>Kveke, %</u>
29. april	30. april	3,10	9
29. april	4. mai	3,16	1
22. mai	23. mai	2,48	1
22. mai	27. mai	2,43	1

Sådagen ble rutene harvet og deretter sådd med kombisåmaskin. Såing den 30. april etter sprøyting dagen før ga dårlig sprøyteresultat, mens såing fire dager senere ga fullverdig resultat. På grunn av mye nedbør måtte neste sprøyting utsettes til 22. mai. Nå ga såing dagen etter fullverdig resultat.

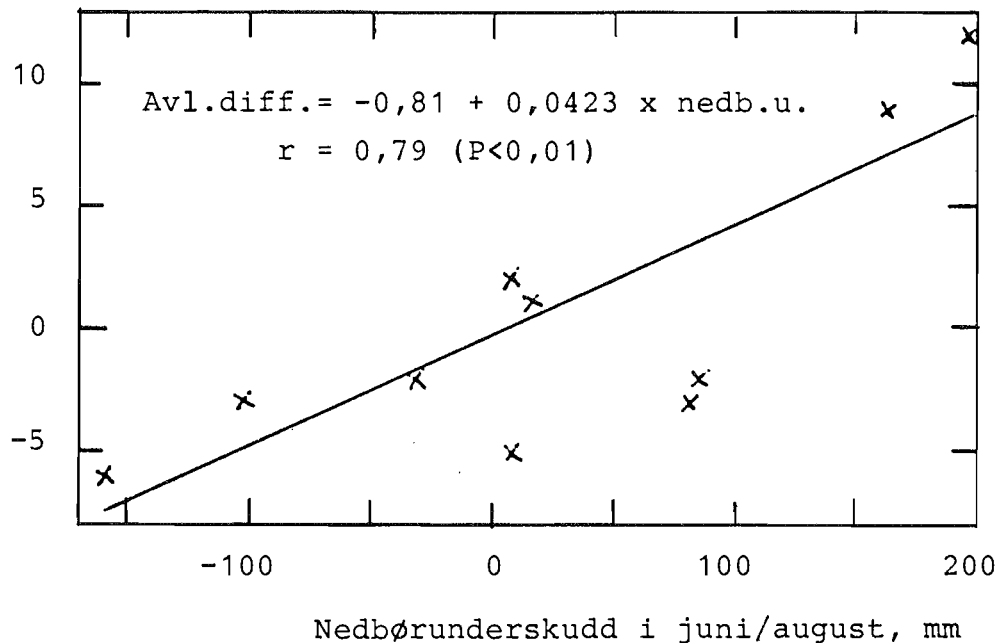
### Halmproblemer

I svært mange av forsøka i Norge er halmen enten fjernet eller brent. I noen forsøk har imidlertid halmproblemet blitt undersøkt. Børresen har på siltig lettleire sammenlignet tradisjonell jordarbeiding og direktesåing (med MF 130) med og uten halm. I middel for åra 1984 til 1986 kunne det ikke påvises noen halmvirkning på avlinga på dette feltet. Riley undersøkte halmens virkning ved direktesåing på tre jordarter i 1980 til 1982. Halmen hadde ingen virkning på avlinga på moreneletteleire, mens den reduserte avlinga med 25 - 30% på siltjord og på moldfattig leirjord ved direktesåing i forhold til tradisjonell jordarbeiding, trolig på grunn av hemstoffer og surstoffmangel.

## Direktesetting av potet

I mange publikasjoner blir det påstått at grundig harving er nødvendig for å gi et djupt lag løsjord til potet. Undersøkelser de 10 siste åra viser at dette ikke gjelder morenejord. Figur 1 viser avlinga ved direktesetting i forhold til tradisjonell jordarbeiding ved ulike nedbørforhold. Resultatet er i samsvar med det som er påvist for korn, nemlig at nedbørforholdene er avgjørende for kravet til jordarbeiding for å opprettholde avlingsnivået.

Avl.diff., %



Figur 1. Sammenheng mellom differansen i avling mellom direkte setting og tradisjonell jordarbeiding og nedbørunderskudd i juni/august. Forsøk på moreneletteleire 1978-1987.

1987 var et fuktig år som ga forventning om avlingsreduksjon ved direktesetting. Dette holdt stikk på et ettårig felt med 'Kerrs Pink' hvor avlingssvikten ble 6%.

På et annet felt i 1987 som siste gang ble pløyd i 1979 konstaterte vi raskest vekst og modning ved tradisjonell jordarbeiding i tidligsorten 'Laila'. Ved direkteetting fortsatte potetene å vokse etter at de var utvokst ved tradisjonell jordarbeiding. Resultatet ved tre høstetider ble:

Høstetid	Knoller		Tørrstoff		Tørrstoffprosent	
	Dir. t/ha	Trad. rel.	Dir. t/ha	Trad. rel.	Dir. %	Trad. diff.
28. august	28,93	111	5,60	115	19,4	+ 0,8
10. september	36,91	100	7,47	105	20,3	+ 0,8
28. september	38,78	92	7,98	92	20,7	0

Ved første høsting var det størst avling og høyest tørrstoffinnhold i knollene ved tradisjonell jordarbeiding. Ved andre høsting var det ingen avlingsforskjell, mens det ved siste høsting var størst avling ved direkteetting. Tørrstoffprosenten i knollene var nå også utjevnet.

En annen tidlig sort, 'Mandel', ga 11% større knollavling ved direkteetting enn ved tradisjonell jordarbeiding på samme feltet ved opptak 20. september. Her var tørrstoffprosenten henholdsvis 28,0 og 28,2.

#### Redusert jordarbeiding til potet

Vi har hatt 25 felt hvor tradisjonell jordarbeiding er sammenlignet med harving som eneste jordarbeiding. I middel ble avlinga et par prosent større ved harving, men følger ellers mønsteret som er vist i figur 1.

#### Redusert jordarbeiding til kålrot

Også til kålrot påstås det at jorda skal være vel gjennomarbeidet. Vi har imidlertid samme erfaring med kålrot som figur

1 viser, nemlig at vi ved redusert jordarbeiding får avlingsøkning i tørre år og avlingsreduksjon i fuktige år. Et felt i 1987 med bare gjødselharving før såing ga 4% mindre rotavling og 9% mindre tørrstoffavling enn ved tradisjonell jordarbeiding.

### Temperatur i jorda

På et felt som var anlagt i 1978 ble middeltemperaturen i °C i 5 - 20 cm dybde målt ved sukkermetoden (Riley) i 1987. Forskjellene mellom tradisjonell jordarbeiding og ingen jordarbeiding ble:

	30/4-29/5	29/5-24/6	24/6-17/7	17/7-17/8	17/8-1/9 (bygg) 17/8-11/9(potet)
Bygg	0,08	0,28	0,49	0,46	0,21
Potet	0,08	0,12	0,18	0,06	- 0,10

Denne akkumuleringsmetoden viste at temperaturen var høyest ved tradisjonell jordarbeiding og at utslaget var størst i bygg. Det er rimelig å tro at oppdrilling av jorda i potetåkeren medvirket til temperaturutjevning mellom forsøksledda.

### Kvalitet hos plantene

Jordarbeiding kan påvirke plantenes vekst, utvikling, modning og kvalitet. Påvirkningen er vanligvis liten, men kan bli mer markert i fuktige år. I en del undersøkelser har en fått nedsatt kvalitet ved redusert jordarbeiding:

	Antall høsteår	Trad.	Red./Dir.
Legde, %	34	17	+ 6
Hektolitervekt, bygg, kg	13	71,3	- 1,1
Tørrstoff i potetknoller, %	18	24,6	- 0,4
Tørrstoff i kålrot, %	9	12,0	- 0,2

Det var mest legde ved redusert jordarbeiding, det samme er påvist av Riley og Marti. Både potet og kålrot ble tørrstofffattigst på grunn av senere vekst og modning. Lignende virkning er påvist i flere kornarter og i rybs av Børresen. Også hektolitervekta i bygg ble påvirket i en forsøksserie på 13 felt. Arsaken til mest legde ved redusert jordarbeiding kan ha sammenheng med forsinket nitrifisering på grunn av lågere jordtemperatur. Kvalitetsnedgangen i produktene skyldes temperaturen.

### S y n s p u n k t e r      p å      r e d u s e r t      j o r d - a r b e i d i n g      i      N o r g e

En spørreundersøkelse av Terje Røyneberg i 1982 viste at 2,2% av kornarealet i fire fylker rundt Oslofjorden ble tilsådd uten bruk av plog. Vi kan ikke forvente at alle er interessert i plogfri dyrking. For de som er interessert, og som er villige til å sprøyte mot kveke, er det imidlertid bare å prøve seg i store deler av Norge. Det første steg på veien er å bli overbevist om at jordarbeiding i alt vesentlig er en ugrasbekjempelse. Deretter må en bestemme seg for hvilket system en vil satse på. Direktesåing vil kreve store maskininvesteringer og er bare aktuelt for store eiendommer og maskinstasjoner. Ved alle andre jordarbeidingssystemer er en avhengig av harv for å få sådd med slepslabbsåmaskin. For de som vil føre halm og andre plantester tilbake til jorda, er den beste løsningen å harve ned kuttet halm med skålharv, eller en eller annen type rotorharv, om høsten. For de som fjerner eller brenner halmen er høstharving unødvendig. Med det nye halmbergingsutstyret som er kommet på markedet nå, blir store arealer halmfrie om høsten, noe som øker muligheten for redusert jordarbeiding. Vårjordarbeiding kan begrenses til en gjødselharving og såing med separat maskin eller en harving med kultivator fulgt av kombisåmaskin.

Kveka må holdes nede, uansett jordarbeidingssystem. For tida er det vanlig med stubbharving og pløying om høsten og tradisjonell

jordarbeiding om våren. Allikevel har mange dyrkere store kvekeproblemer ved ensidig korndyrking. Erfaringen til nå tyder på at glyfosat-sprøyting om våren på urørt jord kan gi god virkning. Sprøyting i gulmodent bygg gir kanskje enda bedre virkning. Fordelen med disse to metodene er at alle kvekeplantene er i vekst og har grønne blad på sprøytetidspunktet. Ved minimal jordarbeiding vil spredning av evt. overlevende jordstengler også bli minimal.

I våte høster kan oppsporinga av jorda bli betydelig. En stiller seg spørsmål om en i slike tilfelle må pløye for å få tilfredsstillende forhold året etter. Det blir fastere jord og mindre oppsporing på upløyd enn på pløyd jord, slik at problemene er minst ved redusert jordarbeiding. Slodding og harving, enten høst eller vår, vil kunne jevne ut overflaten. Jorda som er pakket i hjulspora vil gi mindre avling året etter, men det vil den trolig også gjøre etter pløying.

Kravet til jordarbeiding til andre vekster enn korn og oljevekster er lite undersøkt. Utenlandske forsøk med f.eks. førmargkål og potet viser små utslag for jordarbeiding. Vi har prøvd 10 - 12 ulike vekstslag med samme resultat. Det ser ut til at alle vekster trives utmerket hvis etableringen er god og ugraset under kontroll. Potet er nok den veksten det er enklest å dyrke ved minimal jordarbeiding. Ved radrensing, hypping og opptak blir bare det 8 - 10 cm øvre jordlag berørt. På tross av dette, er det blitt tradisjon å bearbeide jorda djupere. Et par potetdyrkere i Mjøstraktene har satt et mindre areal (1,5 og 0,1 hektar) uten forutgående jordarbeiding. Begge har gode erfaringer selv om året 1987 var i fuktigste laget for denne metoden.

Siltjord (mjele) er vannrik og kald. Den krever derfor jordarbeiding ved tidlig våronn. Hvis jorda får tørke opp naturlig vil imidlertid ikke jordarbeidinga påvirke avlinga. Dette er den eneste jordarten i Norge vi med sikkerhet kan si er unntak fra regelen om at jordarbeiding ikke påvirker avlingsnivået direkte.

Det er for tiden fokusering på forurensning fra dyrka jord. Alle undersøkelser viser at jorderosjonen er størst ved tradisjonell jordarbeiding og minst ved direktesåing. Høstpløyd jord som blir sloddet og harvet om høsten og sådd om våren, er mest utsatt. På arealer hvor en erfaringsmessig får erosjon, bør en prøve et forenklet jordarbeidingssystem.

Morenejorda i Norge er ofte steinrik. Den tekniske utviklingen har ført til gradvis djupere pløying og mere steinarbeid. Det meste av arbeidet med å fjerne stein foregår i våronna, noe som forsinker såinga. Ved redusert jordarbeiding kommer det opp lite stein. Dette gir raskere våronn, og muligheter for større avling på grunn av tidligere avslutning av våronna.

I enkelte utenlandske rapporter (Kahnt) er det anbefalt å øke N-gjødselmengden ved overgang til redusert jordarbeiding. Dette er ikke bekreftet i norske forsøk (Marti, Riley), slik at vi foreløpig anbefaler samme N-gjødsling uansett jordarbeidingssystem.

Kvaliteten på produktene blir påvirket av jordarbeidinga. Vi vet at hektolitervekta hos kornartene går ned i kalde år. Vi vet også at redusert jordarbeiding gir jorda større vannlagringsevne, og lågere temperatur. Dette vil gi senere vekst og utsatt modning med kvalitetsreduksjon som følge. I fuktige år kan nedgangen bli betydelig. I 1987 merket vi dette godt. I mer normale år er forskjellene små.

Mange gardbrukere gjennomfører et bestemt jordarbeidingssystem på hele eiendommen hvert år. Dette er enkelt å administrere, men neppe rasjonelt. Det skulle ikke by på for store problemer å gi de ulike skifter og vekster individuell behandling. Det må stilles krav til optimal planteetablering og ugrasrenhold. All annen jordarbeiding er sannsynligvis bortkastet og en belastning på ressursene og på nettoutbyttet. Et slikt system krever mere fagkunnskaper og større dyktighet hos gardbrukeren.

Det er naturlig å forvente at flere prøver seg med forenklet jordarbeiding de nærmeste åra i Norge. For at dette skal lykkes



kreves det informasjon. Bl.a. må fagskolene gi informasjon til framtidige bønder, mens praktikere med interesse for nye jordarbeidings-systemer kan benytte seg av den offentlige veiledningstjenesten. Et overordnet mål må være å lage et kart over den dyrka jorda som viser behovet for jordarbeiding.

### L i t t e r a t u r

Allmaras, R. R. & R. H. Dowdy, 1985.

Soil Tillage Res., 5:197-222.

Brar, S. S., H. S. Sahdhu, J. S. Dhaliwal & B. S. Boparat, 1985.

Program & Abstracts, 10th conference, ISTR0, Guelph, Canada, 8-12 July 1985. S. 24.

Børresen, T., 1986.

Dr. scient avhandling for jordkultur, NLH. 156 s.

Cannell, R. Q., D. B. Davies, D. Mackney & J. D. Pidgeon, 1978.

Outlook on Agriculture, vol. 9, 6:306-316.

Cannell, R. Q., 1985.

Soil Tillage Res., 5:129-177.

Ekeberg, E., 1977.

Forsk. Fors. Landbruk. 28:213-228.

Ekeberg, E., 1985.

Forsk. Fors. Landbruk. 36:133-139.

Ekeberg, E., H. Riley & A. Njøs, 1985.

Forsk. Fors. Landbruk. 36:45-51.

Ekeberg, E., 1987.

Norsk landbruksforskning 1. 1-21.

Kahnt, G., 1976.

The 7th conference of the International Soil Tillage  
Research Organization, Sweden.

Marti, M., 1984.

Abhand. Dr. Scient. Institutt for jordkultur, NLH.  
156 s.

Riley, H., 1979.

Kise-informasjon nr. 1. 8 s.

Riley, H., 1983.

Forsk. Fors. Landbruk. 34:209-219.

Riley, H., 1985.

Forsk. Fors. Landbruk. 36:61-70.

Røyneberg, T., 1983.

Hovedoppgave ved NLH, institutt for jordfag. 105 s.

UDBYTTERESULTATER OG DYRKNINGSMÆSSIGE ASPEKTER  
VED REDUCERET JORDBEARBEJDNING I DANMARK

I n d l e d n i n g

Der er ingen officiel statistik, der viser omfanget af reduceret jordbearbejdning i Danmark. En uofficiel beregning viser, at ca. 12000 ha eller ca. 0,5 % af landbrugsarealerne årlig bliver sået direkte.

Konsekvent brug af reduceret jordbearbejdning og direkte såning anvendes kun af enkelte landmænd, mens en del landmænd praktiserer det nu og da efter afgrøder, hvor jordstrukturen er i orden, og hvor der ikke er ukrudtsproblemer.

Reduceret jordbearbejdning vil i nærværende indlæg omfatte dels reduktioner i den traditionelle jordbearbejdning, dels jordbearbejdning til maks. ca. 10 cm dybde uden pløjning og dels direkte såning.

P l ø j n i n g

Tabel 1 viser resultater fra forsøg, hvor normal pløjedybde, 20 cm, er sammenlignet med furebundsløsning 10 cm under pløjedybden samt pløjning til 30 cm dybde. Forsøget, der var fastliggende, blev udført på 3 sandjorde og 2 lerjorde forskellige steder i Danmark. Der er ingen signifikante forskelle i udbytte mellem behandlingerne. Kun hvor der er pløjet 30 cm, er der et lille, men ikke signifikant udbyttetab i roer.

Tabel 1. Pløjedybde og furebundsløsning 1961-68. Udbytte og merudbytte i hkg korn eller tørstof pr. ha (Hansen, 1971)

	Korn	Kløvergræs	Roer
Antal forsøg:	18	8	5
Pløjning 20 cm	37,5	100,3	132,7
Pløjning og furebundsløsning (20 + 10 cm)	0	-0,7	0,9
Pløjning 30 cm	0,4	-0,2	-5,1
LSD95	n.s.	n.s.	n.s.

Pløjning og fræsning om efteråret forud for vårbyg er gennemført på 5 jordtyper som vist i tabel 2. Der er ingen af stederne signifikante forskelle imellem behandlingerne. På de 2 sandblandede lerjorde var der dog tendens til udbyttetab for reduceret pløjedybde og fræsning.

Tabel 2. Jordbearbejdning til byg, 1973-79. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha (Rasmussen, 1981)

	Grov sand	Lerbl. sand	Sandbl. ler	Sandbl. ler	Silt	Gns.
% ler < 2 µm:	3	5	11	10	19	
Antal forsøg:	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>29</u>
Pløjning 20 cm	22,7	41,2	38,5	44,0	51,6	40,2
Pløjning 12 cm	-0,3	-0,5	-0,3	-1,3	1,1	-0,3
Fræsning 12 cm	-1,5	-0,6	-0,7	-3,0	0,9	-0,9
Fræsning 5 cm	0,3	-0,6	-1,3	-2,7	1,6	-0,6
LSD95	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

### Såbedstilberedning

Ved anvendelse af traditionelle såbedsharver til vårsæd viser tabel 3, at 1-2 gange overfladisk harvning (3-5 cm dybde) på sandjord og 2-3 gange overfladisk harvning på lerjord er tilstrækkeligt til etablering af et godt såbed.

Tabel 3. Harvningsintensitet til vårbyg, 1968-71. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha (Rasmussen, 1973)

	Harvningsdybde	Overfladisk harvning, 3-5 cm			LSD95
		0	1	2-3	
	<u>8-10 cm</u>				
Sandjord	0	-2,6	-0,5	<u>36,4</u>	
12 fs.	1	-1,6	-0,7	0,1	
	2	-1,4	-0,5	0,1	n.s.
	<u>13-15 cm</u>				
Lerjord	0	-4,7	-2,3	<u>45,6</u>	
19 fs.	1	-1,2	-1,6	-0,6	
	3	-0,5	-0,7	-0,4	2,2

Såbedsharvning er imidlertid ikke altid nødvendig forud for vårsæd på efterårspløjet sandjord med en jævn overflade. Tabel 4 viser, at såning med en kultivatorsåmaskine uden opharvning på grovsandet jord har givet omtrent samme udbytte som traditionel harvning og såning, mens kultivatorsåning på lerjord har givet et udbyttetab på 4,4 hkg/ha.

Tabel 4. Såning af vårbyg uden såbedstilberedning, 1969-72. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha (Stokholm, 1974)		
Antal forsøg:	Grovsand 7	Sandbl. ler 7
Traditionel harvning og såning	28,3	47,5
Kultivatorsåning	0,7	-4,4
LSD <sub>95</sub>	n.s.	2,9

Rotorharvning og såning i én arbejdsgang på pløjet og furepakket jord har været meget udbredt i Danmark de senere år. Metoden har især været anvendt i forbindelse med såning af vintersæd, men er også velegnet ved såning af vårsæd på såvel efterårs- som forårspløjet jord. Især på de sværeste lerjorde med over 15 % ler, som udgør ca. 7 % af landbrugsarealet, er metoden velegnet. Her vil den normalt kunne tilberede et tilfredsstillende såbed under forhold, hvor det er vanskeligt eller umuligt med traditionelle såbedsharver. Der er lavet nogle få forsøg med kombinationen af rotorharve og såmaskine, men der er ikke fundet væsentlige forskelle mellem denne metode og traditionel såbedstilberedning og såning.

#### Pløje fri dyrkning

I begyndelsen af 70'erne blev fræseren meget udbredt i dansk landbrug. Reduceret jordbearbejdning med dette redskab blev ofte anvendt i kombination med en efterafgrøde af gul sennep. Mange landmænd anskaffede en fræser og opgav pløjningen, men efter få års forløb opgav de fleste igen fræsningen som den primære jordbearbejdning pga. problemer med ukrudt, dårlig fremspiring og dårlig jordstruktur.

Jordbearbejdning uden pløjning er undersøgt i adskillige forsøgsse-  
rier.

Pløjning og fræsning i kombination med efterafgrøde af gul sennep (*Sinapis alba*) er sammenlignet på 5 jordtyper, se tabel 5.

Tabel 5. Jordbearbejdning og efterafgrøde (gul sennep) ved bygdyrkning, 1974-82. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha (Rasmussen og Olsen, 1983)						
Jordtype	Antal forsøg	Pløjning		Fræsning		LSD <sub>95</sub>
		Efterafgrøde		Efterafgrøde		
		-	+	-	+	
Grovsand*	8	28,8	2,5	-2,2	0,1	2,1
Grovsand**	8	43,7	3,2	-2,0	-1,2	2,2
Finsand	8	32,1	1,3	0	-0,2	n.s.
Sandbl. ler	8	40,8	-1,6	-2,2	-2,5	n.s.
Sandbl. ler	8	47,3	0,1	-3,8	-3,5	2,5
Silt	8	43,1	1,9	-0,1	-0,1	n.s.

\* ingen vanding      \*\* vanding

Fræsning uden efterafgrøde gav samme udbytte som pløjning på den finsandede jord og på siltjorden. På de andre jordtyper gav fræsning uden efterafgrøde 2,0-3,8 hkg mindre end pløjning uden efterafgrøde. Fræsning med efterafgrøde gav også udbyttetab, men det var kun på den sandblandede lerjord, at dette udbyttetab var signifikant. Nedpløjning af efterafgrøden gav kun signifikante merudbytter på den grovsandede jord.

En anden forsøgsserie på 2 grovsandede jorde, hvor gul sennep indgår som efterafgrøde er vist i tabel 6. Såningen skete her dels med en traditionel såmaskine og dels med en kultivatorsåmaskine. Det ses, at alle de alternative bearbejdninger - bortset fra direkte såning i ubehandlet stub - har givet store udbyttetab i byg i forhold til traditionel såbedstilberedning og såning.

	Såmetode	
	almindelig	direkte
Pløjning og såbedstilberedning	43,4	43,1
Fræsning og efterafgrøde (gul sennep)	-6,5	-7,9
Stubharvning	-6,7	-4,7
Ubehandlet (Round up)	-5,2	-4,0
LSD <sub>95</sub>	4,6	4,3

Tabel 7 viser resultater fra det ældste danske fastliggende forsøg med reduceret jordbearbejdning. Forsøget startede i 1968, men forsøgsplanen blev ændret lidt i 1973. På den grovsandede jord gav stubharvning uden pløjning samme udbytte, som hvor der blev både stubharvet og pløjet. Fræsning uden efterafgrøde gav signifikant udbyttetab, mens nedpløjning af en efterafgrøde af italiensk rajgræs gav signifikant merudbytte. På den sandblandede lerjord gav nedpløjning af italiensk rajgræs som efterafgrøde omtrent samme udbytte som pløjning uden efterafgrøde, mens de øvrige behandlinger gav signifikante udbyttetab. På siltjorden gav alle de alternative behandlinger signifikante udbyttetab.

Tabel 7. Reduceret jordbearbejdning til vårbyg, 1973-86. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha (Rasmussen, upubliceret)			
Jordtype:	Grovsand	Sandbl. ler	Silt
Antal forsøg:	14	7	14
Stubharvning + pløjning	41,9	43,1	48,8
Stubharvning - pløjning	-0,2	-4,9	-3,9
Ital. rajgræs + pløjning	2,4	-0,8	-2,8
Ital. rajgræs + fræsning	-0,7	-8,3	-6,5
Ingen efterafgrøde + fræsning	-4,7	-6,4	-7,2
LSD <sub>95</sub>	2,3	4,7	2,2

På svær lerjord (33 % ler) har Nielsen og Hansen (1982) sammenlignet 3 pløjetidspunkter med fræsning og stubharvning som primære jordbearbejdningsmetoder (tabel 8). Såningen af byg skete dels med en traditionel såmaskine og dels med en let skivesåmaskine (direkte såning). Tidlig pløjning om efteråret gav det bedste resultat ved begge såmetoder. Fræsning og stubharvning har ved begge såmetoder givet bedre udbytter end efter forårspløjning.

Tabel 8. Reduceret jordbearbejdning på svær lerjord (marsk), 1976-80. Udbytte og merudbytte i hkg byg pr. ha (Nielsen og Hansen, 1982)		
	Såbeds- harvning	Direkte såning*
Pløjning tidlig efterår	46,0	47,8
Pløjning sent efterår	-3,0	-1,9
Pløjning forår	-6,8	-7,6
Fræsning	-2,1	-4,0
Stubharvning	-1,3	-5,9
LSD <sub>95</sub>	n.s.	3,7
* let skivesåmaskine		

Tabel 9. Reduceret jordbearbejdning til vintersæd 1976-81. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha (Rasmussen, 1982)

	Enårige forsøg			Fastliggende forsøg
	Rug Sand 8 fs.	Hvede Ler 4 fs.	Hvede Marsk 7 fs.	Hvede Marsk 8 fs.
Pløjning ca. 20 cm	42,7	50,6	65,4	63,7
Harvning ca. 10 cm	-3,6	0,1	1,2	-3,9
Direkte såning* ca. 5 cm	-2,6	0,3	2,2	-6,3

\* sået med fræsersåmaskine

Jordbearbejdning til vintersæd er undersøgt dels i enårige forsøg, hvor vintersæden indgik i sædskifter og dels i fastliggende forsøg, hvor der blev dyrket hvede hvert eller hvert andet år (tabel 9). Forsøgene viste, at forskellige former for reduceret jordbearbejdning kan praktiseres til hvede i et sædskifte, hvor pløjning gennemføres til de øvrige afgrøder. I et intensivt kornsædskifte med hvede hvert eller hvert andet år må der regnes med udbyttetab for reduceret jordbearbejdning. Rug gav i et sædskifte med pløjning til de øvrige afgrøder udbyttetab for reduceret jordbearbejdning i forhold til pløjning.

I tabel 10 er traditionel jordbearbejdning i fastliggende forsøg sammenlignet med direkte såning i stubben med en skivesåmaskine af mærket MF130 samt med såning med den samme maskine og såning med en kultivatorsåmaskine af mærket Nordsten efter én gang harvning til maks. 3 cm dybde. Ved alle behandlinger blev ukrudt bekæmpet med kemiske midler. Som det ses af tabellen, er der kun for vårhvedens og vårbyggens vedkommende tale om signifikante udbyttetab for direkte såning såvel uden som med forudgående overfladisk harvning.

Selv om der ikke er signifikante forskelle i havre og rug, må det dog konkluderes, at direkte såning har givet udbyttetab, mens dette ikke har været tilfældet i vinterhveden.

Tabel 10. Traditionel jordbearbejdning og direkte såning, 1981-86. Udbytte og merudbytte i hkg pr. ha (Rasmussen, 1988)

	Havre 3	Vår- hvede 4	Vår- byg 22	Vinter- rug 4	Vinter- hvede 8
Pløjning, harvning, såning	37,5	60,4	43,6	41,3	52,2
Direkte såning med skivesåmaskine	-7,8	-4,5	-7,5	-1,6	3,6
Harvning + skivesåning	-8,8	-3,5	-6,0	-3,3	2,4
Harvning + kultivatorsåning	-9,0	-3,1	-4,6	-1,5	1,5
LSD <sub>95</sub>	n.s.	4,4	2,4	n.s.	n.s.



## K o n k l u s i o n e r

Den traditionelle jordbearbejdning kan reduceres dels ved at reducere pløjedybden, dels ved at reducere harvedybden og antallet af harvninger ved såbedstilberedning og dels ved anvendelse af redskabskombinationer.

Reduceret jordbearbejdning til maks. ca. 10 cm dybde med fræser, harve, tallerkenharve eller lignende redskaber giver i de fleste tilfælde udbyttetab i vårsæd og vinterrug på såvel ler- som sandjord, mens det i vinterhvede er muligt at opretholde udbyttenuiveauet.

Resultaterne antyder, at reduceret jordbearbejdning lykkes bedst i et godt sædskifte, hvor der foretages pløjning til de øvrige afgrøder.

Efterafgrøder af gul sennep og italiensk rajgræs har i de fleste tilfælde givet udbyttetab i den efterfølgende kornafgrøde, når jordbearbejdningen har været overfladisk, hvorimod nedpløjning har givet små merudbytter.

Direkte såning i ubehandlet stub giver ligeledes udbyttetab i vårsæd og rug, mens metoden er velegnet til vinterhvede. Det er ingen fordel med en overfladisk harvning forud for direkte såning. Direkte såning med en kultivatørsåmaskine har givet lige så store udbytter som såning med en flere gange så dyr skivesåmaskine.

## L i t t e r a t u r

Hansen, L., 1971: Pløjning og furebundsløsning. Tidsskr. Planteavl 75: 47-56.

Nielsen, C. og Hansen, L., 1982: Reduceret jordbearbejdning på svær marskjord. Tidsskr. Planteavl 86:567-576.

Rasmussen, K. J., 1981: Reduceret jordbearbejdning ved monokultur i byg. Tidsskr. Planteavl 85:171-183.

Rasmussen, K. J., 1982: Jordbearbejdningsmetoder til vintersæd. Tidsskr. Planteavl 86:531-541.

Rasmussen, K. J., 1984: Jordbearbejdningsmetoder på sandjord. Tidsskr. Planteavl 88:443-452.

Rasmussen, K. J., 1988: Pløjning, direkte såning og reduceret jordbearbejdning til korn. Tidsskr. Planteavl (under udarbejdelse).

Rasmussen, K. J. og Olsen, C. C., 1983: Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. Tidsskr. Planteavl 87:193-215.

Stokholm, E., 1974: Såning uden forårsharvning. Tidsskr. Planteavl 78: 657-665.

# ORIENTERANDE UNDERSÖKNING ÖVER BRÄNSLEFÖRBRUKNING OCH AVVERKNING VID OLIKA JORDBEARBETNINGSSYSTEM FÖR SÅBÄDDBEREDNING

Birger Danfors

## FÖRORD

Studien över bränsleförbrukning har utförts av Jordbrukstekniska institutet (JTI) i samarbete med avd för jordbearbetning vid Sveriges lantbruksuniversitet. För uppläggning och genomförande av försöken samt utvärdering av resultaten har försöksledarna Birger Danfors och Lennart Henriksson svarat. Föreliggande referat är en förkortad version av den slutliga redogörelsen som för närvarande utarbetas vid JTI.

## BAKGRUND

Jordbearbetning och sådd efter konventionellt mönster kräver en betydande del av den energi som direkt förbrukas i jordbruksproduktionen. Metoder, som kräver mindre jordbearbetning än den konventionella har sedan länge introducerats men de spelar ännu så länge en underordnad roll i de stora sammanhangen. Maskintekniskt sett har det emellertid under senare år skett en betydande utveckling och intresset för alternativa jordbearbetningssystem är starkt stigande. Vid institutionen för markvetenskap avd för jordbearbetning vid Sveriges lantbruksuniversitet har tidigare flera av dessa alternativa system prövats i fältförsök. Resultaten har manat till fortsatt arbete för att anpassa dem till svenska klimat- och jordartsförhållanden. Dessa tidigare försök har varit inriktade på att ge kunskap om bearbetningsresultat och skörd. Vid utvärdering av dessa alternativa bearbetningssystem utgör emellertid även energiförbrukningen och tidsåtgången mycket viktiga faktorer. I föreliggande orienterande studie har det varit möjligt att mäta även dessa faktorer för att väga in dem i en mer omfattande bedömning. Mätningar av detta slag har tidigare inte utförts i Sverige.

## MÅL

Målet för denna orienterande undersökning har varit att studera hur stora skillnader det föreligger i fråga om bränsleförbrukning och avverkning vid olika bearbetningssystem samt hur bearbetningsresultat och skörd påverkas av de olika systemen. Avsikten har också varit att med utgångspunkt från mätresultaten rangordna de olika bearbetningssystemen under rådande försöksbetingelser med hänsyn till ovan nämnda faktorer.

## UPPLÄGGNING

Undersökningen har genomförts inom Ultunaområdet på mellanleror och styvler. I fyra försök har grödan varit vårsäd och i ett höstsäd.

Följande bearbetningssystem har ingått i studien:

A = Plöjning, separata harvningar, kombisådd

B = Plöjning, harvsådd med kombisåmaskin

C = Stubbearbetning, separata harvningar, kombisådd (plöjningsfri odling)

D = Stubbearbetning, harvsådd med kombisåmaskin, (plöjningsfri odling)

E och F = Direktsådd

Varje försöksled har omfattat en yta på 100 x 100 m. Bränsleförbrukning, effektuttag och tidsåtgång har mätts vid körning av 100 m-sträckor. Bearbetningsresultatet har analyserats genom sållning och mätning av bearbetningsdjupet samtidigt som bearbetningsbottens ojämnheter graderats. I varje försöksled har 10 st delytor skördats. Våren 1985 delades det direktsådda ledet och två olika maskiner användes. Totalt har fem försök med 5 resp 6 försöksled i varje genomförts under en tvåårsperiod.

## MASKINTEKNISKA MÄTNINGAR

### Bränsleförbrukning

De använda traktorernas, BM 2650 och MB-trac 900, bränsleförbrukning har mätts under körning över ett antal 100-meterssträckor varvid nettoförbrukningen bestämts med en bränslemätare.

### Effektuttag och belastningsgrad

Effektuttag och belastningsgrad har beräknats med utgångspunkt från avgastemperaturen. Traktorerna hade därför kalibrerats med hjälp av en motorbroms vid Statens maskinprovningar så att sambandet mellan effektuttag och avgastemperatur var fastställt. Vid samma tillfälle bestämdes också det maximalt möjliga effektuttaget som underlag för beräkning av belastningsgraden.

### Hastighet

För beräkning av körhastigheten bestämdes tiden det tog att köra 100 m vid de olika arbetsoperationerna.

### Teknisk beskrivning av mätsystemet

Fabrikat, typ samt leverantör av den mätutrustning som användes vid studierna är sammanställda i nedanstående tablå. Båda traktorerna försågs med utrustning av samma typ. För mätning av bränsleflödet utnyttjades en bränsleflödesgivare speciellt konstruerad för användning på dieselmotorer. Givaren är framtagen av ett svenskt företag och har visat sig vara mycket driftsäker och relativt noggrann. Den innehåller en ovalhjulsmätare vars rotation avkänns med ett reedrelä. Varje varv motsvarar en volym av 1 ml. Mätområdet är 1-40 l/h och tryckfallet endast 0,03 bar vid max. flöde. Noggrannheten uppges till  $\pm 2\%$  av mätvärdet vid 10-100% av maxflödet. Vid en kalibrering mot en noggrann massflödesmätare visade det sig emellertid att avvikelserna var ca 3,4% av mätvärdet efter ett års användning. Pulserna från bränslemätaren registrerades med en elektronisk räknare. Räknaren innehåller en mikroprocessor i CMOS-teknik och är uppbyggd i tjockfilms-teknik. Den visar ackumulerat antal ml under mätningens gång på en flyttande kristalldisplay med 6 siffrors upplösning.

Avgastemperaturen mättes med ett termoelement monterat i ett rör av syrafast stål med diametern 3 mm. Givaren, monterad inuti avgasröret, var kopplad till ett elektroniskt temperaturinstrument, kalibrerat för aktuell termoelementtyp. Instrumentet visade temperaturen med en decimals upplösning. Det var försett med maximal-värdeslåsning vilket gjorde att den högsta avgastemperaturen lätt kunde avläsas vid mätningens slut. Maximumvärdet låstes automatiskt samtidigt som räknarna stoppades. Temperaturinstrumentet återställdes samtidigt med räknarna.

Motorvarvtalet mättes med en induktiv pulsgivare monterad framför remskivan på utgående motoraxeln. Givaren kände beröringsfritt av remskivans varvtal. Pulserna från givaren räknades av en räknare av samma typ som till bränslemätaren.

Körtiden mättes med en elektronisk kronometer i liknande utförande som räknarna. Kronometern var kristallstyrd och därigenom mycket exakt. Den visade tiden med 0,1 sekunders upplösning.

De båda räknarna, kronometern och temperaturmätaren var monterade i en aluminiumlåda placerad så att föraren hade bekväm uppsikt över alla värden under körning. Alla givare var kopplade till denna låda dit också gemensam strömförsörjning till räknare och givare anslöts. Räknare, kronometer och temperaturmätare startades och stoppades samtidigt med en gemensam vippkopplare. Nollställning och återställning skedde gemensamt med en tryckknapp.

Fabrikat, typ och leverantör för använd mätutrustning.

Komponent	Fabrikat	Typ	Leverantör
Bränsleflödesgivare för dieselmotorer	Electra Control	BMK 8212 typ 4150	Electra Control AB, Kullavik
Givare för mätning av avgastemperatur	Pentronic	Termoelement typ K	Pentronic AB, Gunnebo
Givare för mätning av motorvarvtal	Zwicker + Hensel	Induktiv pulsgivare ZH0515	OEM-Automatic, Tranås
Räknare för bränsleflöde och motorvarvtal (2 st per traktor)	Syrelec	1106/12	OEM-Automatic, Tranås
Kronometer för tidmätning	Syrelec	1506/12	OEM-Automatic, Tranås
Temperaturmätare	Kane-May	CB 3013	Christian Berner AB, Partille

## GENOMFÖRANDE

### Jordbearbetning

Tabell 1 visar studiens omfattning, grödor m m.

Tabell 1. Studiens omfattning med förfrukt, gröda och skördeår.

Nr	Förfrukt	Gröda	Skördeår
Ul 350	Höstvete	Vårvete	1984
Ul 351	Höstvete	Korn	1984
Ul 375	Vårvete	Vårvete	1985
Ul 380	Vårraps	Korn	1985
Ul 374	Korn	Höstvete	1985

Bearbetning och övriga åtgärder har anpassats till förhållandena på försöksplatsen bl a med hänsyn till förfrukt, halmmängd, ogräsbestånd och väderlek. Hösten 1983 anlades försöken med höstvete som förfrukt. Under vinterhalvåret 1983/84 bröts halmen ner ovanligt långsamt, vilket medförde problem under vårbruket, något som inte brukar vara fallet. Tiden medgav inte att något höstsått försök genomfördes det året.

Den regniga hösten 1984 lyckades vi genomföra ett försök med höstvete genom att forcera bearbetning och sådd i början av september. Höstbearbetningarna i de vårsådda försöken var svåra att genomföra. Efter alla problem med halmen 1984 skaffades 1985 en såmaskin med enkla skivbillar (Simulta) som tål mer skörderester.

### Mätning av jordbearbetning

I varje bearbetat försöksled har efter sådden jord från sex stycken 0,25 m<sup>2</sup> stora ytor samlats upp och sållats sedan volymen bestämts och bearbetningsdjupet beräknats. Ojämnheten hos den frilagda bearbetningsbotten har graderats efter en femgradig skala där 1 är en helt jämn botten och 5 är en mycket ojämn.

### Bränsleförbrukning, slirning m m

Data rörande traktorernas bränsleförbrukning, slirning, belastningsgrad mm, har som tidigare nämnts registrerats vid körning över exakt uppmätta 100-meterssträckor. Avgastemperaturen som sakta stiger upp till ett mer eller mindre konstant värde beroende på belastningen på traktorn, har mätts vid slutet av varje mätsträcka för att så rättvisande resultat som möjligt skulle erhållas.

## RESULTAT

Resultaten av mätningarna presenteras i sammanställning tabell 2-9 innefattande samtliga försök.

## Bearbetningsresultat

Tabell 2. Såbäddarnas egenskaper i de vårsådda försöken, avseende djup, bottens ojämnhet och andelen finjord.

Försök nr / Led	A	B	C	D
Bearbetningsdjup, cm				
U1 350	4,7	4,0	3,7	4,0
U1 351	3,8	4,4	3,2	5,4
U1 375	4,8	5,2	4,6	4,2
U1 380	6,7	6,9	6,1	7,7
Medeltal	5,0	5,1	4,4	5,3
Bearbetningsbottens ojämnhet, gradering 1-5				
U1 350	2,6	2,2	2,3	2,2
U1 351	2,3	2,3	2,7	1,8
U1 375	3,6	3,3	3,0	3,2
U1 380	3,3	3,8	3,5	3,3
Medeltal	3,0	2,9	2,9	2,6
Andel finjord <4 mm %				
U1 350	65	58	69	52
U1 351	63	58	61	59
U1 375	47	46	41	46
U1 380	39	38	42	37
Medeltal	54	50	53	49

Bearbetningsdjupet i led C är något grundare än i övriga led, vilket kan bero på att marken varit hårdare i de enbart stubbearbetade leden. Med de krafttuttagsdrivna harvarna har i medeltal erhållits samma djup i både plöjd och oplöjd mark. Det större bearbetningsdjupet i försök nr U1 380 beror att C- och D-leden bearbetats med tallriksredskap på våren och att de plöjda leden var luckra.

Ojämnheterna i bearbetningsbotten är normala i förhållande till vad som har uppnåtts i tidigare försök och skillnaderna mellan leden är små.

Andelen finjord, mindre än 4 mm, är något mindre efter harvsådden i led B och D än efter det vanliga vårbruket. Detta stämmer med resultat från andra harvsåddförsök. Bruket våren 1985 (U1 375 och U1 380) blev mycket grövre än föregående år (U1 350 och U1 351).

Tabell 3. Bearbetningsdjup vid höstbruket, cm.

Försök nr / Led	A	B	C	D
U1 350	21	22	9	9
U1 351	25	23	10	10
U1 375	25	25	-	-

På hösten har plöjnings- och stubbearbetningsdjup mätts i några av försöken och resultaten redovisas i tabell 3. Dåligt väder har gjort att mätningarna inte kunnat genomföras i samtliga försök.

### Beståndsutveckling

Tabell 4. Plant- och ogräsantal.

Försök / Led	A	B	C	D	E	F
Antal plantor/m <sup>2</sup> 14 dagar efter uppkomst						
U1 350	592	596	556	548	464	-
U1 351	284	320	332	276	305	-
U1 375	496	504	444	248	272	272
U1 380	408	388	364	360	268	280
Medeltal	445	452	424	358	327	276
Relativtal	100	102	95	80	74	62

Antal ogräs/m<sup>2</sup> före sprutning

U1 350	91	161	356	84	393	-
U1 351	38	48	27	18	137	-
U1 375	36	28	84	16	24	44
U1 380	96	104	148	168	48	68
Medeltal	63	85	154	72	151	56

I leden A-C är plantantalet i medeltal tillfredsställande. I D-ledet är plantantalet lågt, främst beroende på misslyckad sådd i försök U1 375. Direktsådden gav ett tillfredsställande plantantal våren 1984 då nederbörden var 99 mm i maj och juni räknat efter sådden. Under den torra försommaren 1985 var nederbörden bara 41 mm under samma tid och direktsådden gav ett lägre plantantal än konventionell bearbetning och harvsådd. Ogräsbekämpningen i de direktsådda leden har krävt speciell uppmärksamhet. Försöksplatserna har dock varit relativt fria från roto-gräs.

## Skörderesultat

Tabell 5. Skördens storlek

Försök / Led	A	B	C	D	E	F
Skörd kg/ha, 15 % vattenhalt						
<u>Vårsäd</u>						
Ul 350	6100	5970	6230	5750	5860	-
Ul 351	4160	3940	5070	4710	4070	-
Ul 375	5840	5430	5110	3580	2520	2420
Ul 380	6180	6230	6270	5900	3560	3750
Medeltal	5570	5390	5670	4990	4000	-
Relativtal	100	97	102	90	72	-
<u>Höstvete</u>						
Ul 374	5320	4870	3590	1820	2640	
Relativtal	100	92	68	34	50	

Skördarnas storlek i de enskilda leden kan i dessa försök med stora rutor utan upprepningar påverkas av bördighetsskillnader inom försöken även om platserna valts med stor omsorg för att vara jämna. Resultaten av dessa försök bör vid en slutlig utvärdering ställas i relation till resultaten av tidigare försök.

I de vårsådda försöken har led B, harvsådd på plöjd mark, givit något lägre skörd än A-ledet och detta stämmer väl med resultat av övriga harvsåddförsök på Ultuna. Led C, plöjningsfritt och konventionell bearbetning har givit störst skörd, men med ganska stor variation i de enskilda försöken. Skördeökningen är stor i Ul 351 men i Ul 375 har en relativt kraftig skördesänkning erhållits. Den plöjningsfria odlingen med harvsådd har medfört en skördesänkning med 10 %. Delvis förklaras detta av den misslyckade sådden i försök Ul 375. Direktsådden, led E hävdade sig relativt bra det fuktiga året 1984 men torråret 1985 erhöles bara halv skörd och i medeltal är skördesänkningen 28 %.

I höstvete har bara ett försök kunnat genomföras. I samtliga alternativ, jämförda med det konventionella systemet, erhöles lägre skörd. I C- och D-ledet orsakade halmen stora problem vid bearbetning och sådd och i samtliga led med halm eller stubb på markytan var övervintringen sämre. Försöket var delvis översvämmat vid snösmältningen.



## Bränsleförbrukning

Tabell 6. Sammanställning över bränsleförbrukningen, lit/ha, på de olika försöksplatserna och försöksleden.

	A	B	C	D	E	F
<u>Vårsådd</u>						
Ul 350	41,4	33,2	32,0	26,2	7,1	
Ul 351	40,7	31,2	32,5	34,4	6,6	
Ul 375	31,3	33,8	21,6	18,4	7,9	9,6
Ul 380	36,3	37,0	15,2	15,8	6,9	8,1
Medeltal	37,4	33,8	25,3	23,7	7,1	8,9
Rel tal	100	90	68	63	19	24
<u>Höstsådd</u>						
Ul 374	45,9	41,9	29,3	27,9	6,1	
Rel tal	100	91	64	61	13	
	81	81	86	85	116	

Bränsleförbrukningen i det konventionellt brukade ledet A har fram till skörden i medeltal för de fyra vårsådda försöken varit 37,4 liter per hektar. Övergång till harvsådd enligt led B har medfört en 10-procentig minskning av bränsleförbrukningen. Den plöjningsfria odlingen med separata harvningar och kombisådd alternativt harvsådd har givit minskningar av bränsleförbrukningen med 32 % resp 37 % jämfört med A-ledet. För direkt-sådden i led E har bränsleförbrukningen varit endast 19 % av vad som förbrukats för den konventionella brukningen med stubbearbetning, plöjning, separata harvningar, kombisådd och vältning.

För höstsådden med tillhörande höstbearbetningar i försöket Ul 374 har bränsleförbrukningen varit i runda tal 10 liter högre per hektar än det vårsådda med undantag för direktsådden där bränsleförbrukningen varit 1,0 liter lägre än i de vårsådda försöken.

Mätningarna av bränsleförbrukning, tidsåtgång m m har gjorts över 100-meterssträckor. Bearbetning av vändtegar, kilar och andra oregelbundenheter kommer att öka skillnaderna mellan olika brukningssystem med resp utan plöjning.

## Tidsåtgång

Tabell 7. Sammanställning över tidsåtgången, tim/ha, från de olika försöksleden.

	A	B	C	D	E	F
<u>Vårsådd</u>						
Ul 350	5,0	3,2	3,7	3,1	1,3	
Ul 351	5,1	3,5	3,9	3,2	1,2	
Ul 375	4,5	3,8	3,1	2,0	1,2	1,4
Ul 380	4,6	4,3	2,0	2,0	1,1	1,2
Medeltal	4,8	3,7	3,2	2,6	1,2	1,3
Rel	100	77	67	54	25	27
<u>Höstsådd</u>						
Ul 374	5,7	5,1	3,8	3,1	1,0	
Rel	100	89	67	54	18	

Sammanställningen över tidsåtgången visar liksom i fallet med bränsleförbrukningen betydande skillnader mellan de olika försöksleden. För harvsådden i försöksled B har tidsåtgången varit drygt 20 % kortare än för det konventionellt brukade ledet A. Plöjningsfri odling med stubbearbetning, harvning och kombisådd ger en ytterligare tidsbesparing på 10 %. För försöksled D, plöjningsfri odling med harvsådd är tidsåtgången i medeltal bara omkring hälften av den som använts i led A. Direktsådden ger ytterligare en halvering av tidsåtgången till 25 %.

## Kostnader och intäkter

För att få en sammanfattande bild av de olika brukningssystemen bör man försöka jämföra kostnader och intäkter för arbete, maskiner och förnödenheter respektive försäljning av grödan.

Kostnader för maskinarbeten har hämtats ur riktpislista för maskinarbeten 1986. Arbetena utförda av maskinhållare, maskinstation som håller förare samt smörj- och drivmedel.

Tabell 8. Sammanställning över kostnader kr/ha för jordbearbetning och sådd från de olika försöksplatserna och försöksleden.

	A	B	C	D	E	F
<u>Vårsådd</u>						
Ul 350	1061	774	810	789	640	
Ul 351	1087	819	856	865	631	
Ul 375	945	911	685	580	613	613
Ul 380	944	992	435	556	508	509
Medeltal	1009	874	697	698	598	561
Relativtal	100	86	69	69	59	56
<u>Höstsådd</u>						
Ul 374	1155	1204	876	826	479	
Relativtal	100	104	76	72	41	

Aktuella tider för plöjning, harvning, sådd osv har använts för sammanställningarna i vart och ett av de olika försöken. I tabell 8 har de sammanlagda kostnaderna fått ligga till grund för medeltalsberäkningen.

Relativtalen visar att det konventionellt brukade ledet A medför de högsta kostnaderna, 1 009 kr/ha i våbruket. Försöksled B med plöjning och harvsådd har 14 % lägre kostnader än A-ledet. I de plöjningsfria leden är kostnaden 30 % lägre och i de direktsådda leden 40 % lägre än i A-ledet dvs omkring 600 kr/ha.

Försöket i höstsådd visar något högre kostnader än vårsådden. Här har B-ledet dragit de högsta kostnaderna 1 200 kr/ha, dvs 4 % högre än A-ledet.

Tabell 9. Sammanställning över intäkter minus bearbetningskostnader och skördekostnader kr/ha från de olika försöksplatserna och försöksleden.

	A	B	C	D	E	F
<u>Vårsådd</u>						
Ul 350	6271	6402	6679	6122	6506	
Ul 351	3414	3444	4630	4231	3875	
Ul 375	6074	5616	5458	3723	2497	2377
Ul 380	5743	5749	6349	5828	3344	3549
Medeltal	5376	5303	5779	4976	4056	2963
Relativtal	100	99	107	93	75	55
<u>Höstsådd</u>						
Ul 374	5239	4650	3439	1361	2694	
Relativtal	100	89	66	26	51	

Sammanställningen över intäkter i tabell 11 är grundad på beräkningar som gjorts i de enskilda försöken. Värdet av skörden har beräknats liksom kostnader för jordbearbetning, sådd och skördearbete. Vid beräkning av skördevärdet har följande spannmålspriser från november 1986 använts: vete: 126 kr/dt, korn 114 kr/dt.

Medeltalet av intäkterna i de konventionellt brukade försöksleden A, vårsådd, har blivit 5 376 kr/ha. B-ledet med plöjning och harvsådd har stannat på samma nivå medan det plöjningsfria ledet C med stubbearbetning, harvning och kombisådd givit det bästa resultatet 5 779 kr/ha dvs 7 % högre än A-ledet. Plöjningsfri odling med harvsådd har hamnat 7 % lägre än A-ledet. De direktsådda leden har inte kunnat hävda sig utan stannat 25 respektive 45 % under vad som åstadkoms med konventionell teknik.

#### Uttagen effekt och belastningsgrad

Uttagen effekt och belastningsgrad har studerats i tre av försöken nämligen Ul 351, 375 och 380. Resultaten påverkas av bl a markförhållanden, redskapsinställning och körhastighet. Då två olika traktorer kommit till användning, BM 2650 och MB-track 900 med olika motoreffekt kommenteras här huvudsakligen uttagen effekt. Vid stubbearbetningen har huvudsakligen använts ett tallriksredskap, Lilla Harrie 2x12. Effektbehovet har då varit av storleksordningen 30-35 kW. Kverneland kombi, 3,10 m användes vid ett par tillfällen för de plöjningsfria försöksleden och effektbehovet var då 50 kW. Plöjningen har utförts med en Kvernelandplog 4x16" och en Överum

växelplog 3x16". Effektbehovet för den 4-skäriga plogen var omkring 37 kW. Harvningen, 5,5 m bredd, krävde 25-35 kW beroende på olikheter i jordart och tidigare bearbetning.

Kombisådd med en 3 m maskin fordrade 13-16 kW också beroende på markförhållandena. För harvsådden som även innefattar jordbearbetning behövdes 35-50 kW vid 3 meters arbetsbredd medan direktsådden vid samma arbetsbredd klarades med 25-35 kW.

Vid de tyngre arbetena stubbearbetning och plöjning har belastningsgraden, dvs utnyttjad motoreffekt i förhållande till tillgänglig maximal effekt varit 50-75 %. Vid harvsådden har det varit möjligt att ta ut drygt 50 % av motoreffekten medan kombisådden behövt 25-30 %.

## DISKUSSION

Målet för jordbearbetning och sådd är att etablera en gröda med goda utvecklingsmöjligheter som leder fram till en tidig skörd med god avkastning samt jämn och hög kvalitet. Avgörande härvidlag är att åstadkomma ett jämnt bearbetningsdjup och en jämn bearbetningsbotten så att såbillarna kan fungera tillfredsställande. Även aggregatstorleksfördelningen är viktig då det krävs en viss mängd finstrukturerad jord som fuktspärr i såbädden.

Beståndsutvecklingen 14 dagar efter uppkomsten ger en första indikation på hur sådden lyckats och hur den fortsatta utvecklingen kan förväntas bli.

Det slutliga beskedet om hur jordbearbetning, sådd och gödsling passerat det torra, regniga eller normala året får man vid skörden. Inte bara antalet kg/ha är då avgörande utan även kvalitén dvs jämnheten i mognad och proteininnehåll. Andra viktiga faktorer är frekvensen liggsåd samt tidpunkten för skörd då denna påverkar de fortsatta arbetena med förberedelserna för det kommande årets gröda.

Av primärt intresse i den föreliggande studien har varit att jämföra de olika brukningssystemen även vad gäller bränsleförbrukning, tidsåtgång samt kostnader för de olika maskinarbetena. Det konventionella brukningssystemet med plöjning, harvning, kombisådd och vältning medför den mest omfattande körningen och kräver mest bränsle. En övergång till harvsådd ger en 10 procentig minskning av bränsleförbrukningen i B-ledet där marken plöjts. I det plöjningsfria försöksledet får man en motsvarande minskning av omkring 8 %. Vid direktsådd är bränsleförbrukningen endast 20-25 % av vad som förbrukas vid konventionell jordbearbetning och sådd.

Jämför man höstsådd och vårsådd har i detta enstaka fall höstsådden krävt 15-20 % mer motorbränsle än vårsådden. Direktsådd på hösten utgör därvid ett undantag med 16 % högre bränsleförbrukning på våren.

Minskad bearbetning och kombinerade arbetsoperationer ger i vissa fall betydande tidsbesparing. Harvsådd på plöjd mark har givit ca 25 % tidsbesparing jämfört med separat harvning och kombisådd. Vid plöjningsfri odling blir motsvarande tidsvinst drygt 20 %. Liksom då det gäller bränsleförbrukning minskar tidsbehovet till omkring 25 % vid övergång från konventionellt brukande till direktsådd.

Tidsvinsten, som inte bara innebär minskade maskinkostnader, är ofta mer värdefull än bränslebesparingen genom att kapaciteten ökar så att större arealer kan klaras under den för sådden optimala tiden vilket är av största värde för odlingssäkerheten liksom för kvalitén hos skörden.

Maskinkostnaderna har beräknats med utgångspunkt från den använda tiden och med hjälp av riktpislista för maskinarbeten år 1986. Priserna gäller arbeten utförda av maskinhållare eller maskinstation och inkluderar kostnad för förare samt smörj- och drivmedel.

Då det gäller maskinkostnaderna har endast de maskiner som använts i respektive försöksled tagits med. Sannolikt är de flesta jordbrukare inte beredda att avstå från att ha tillgång till plog även om man övergår till plöjningsfri odling eller att ha andra jordbearbetningsredskap vid direkt-sådd. Mot bakgrund av detta förefaller det konventionella brukningssättet även ur denna synpunkt ha god konkurrenskraft.

För att rangordna de olika brukningssystemen behöver man kunna sätta ett pris på de olika faktorer och kvalitéer som skiljer dem åt. Detta är möjligt att göra då det gäller exempelvis bränsleförbrukning, maskinkostnader och intäkter från skörden. Sådana sammanställningar finns i tabell 6, 8 och 9.

Betydligt svårare är att bedöma värdet av bl a olika kapaciteter i olika brukningssystem. Ofta gäller emellertid att man har betydande fördelar av hög kapacitet då arbetena kan koncentreras till den för sådden optimala tidpunkten. En annan faktor som inte kunnat belysas i dessa studier är värdet av minskad jordpackning. Plöjningsfri odling och harvsådd medför en betydande minskning av den tid maskinerna körs på fälten och följaktligen får man också en betydande minskning av jordpackningen.

De positiva effekterna av minskad jordpackning kan till en del märkas redan det första året men för en mer långsiktig och mer omfattande förbättring av matjordsskiktet krävs på lerjordar en tidsrymd av 4-5 år. Den strukturförbättring som då inträder kan medföra dels några procent skördeökning dels minskat bearbetningsbehov. Minskat bearbetningsbehov kan då innebära förbättrat bearbetningsresultat av en viss begränsad maskininsats.

De problem som den minskade jordbearbetningen kan medföra har bl a att göra med mängden halm samt spridningen av agnar och boss vid tröskningen. För att detta skall klaras bättre än hittills krävs bättre anordningar för spridning av skörderesterna liksom bättre såmaskinkonstruktioner, såbilar, som klarar större mängder organisk substans i såbädden.

Minskningen av bränsleförbrukningen med 25-30 % är också intressant men den skall inte överbetonas i det enskilda fallet då värdet av det sparade bränslet exempelvis 10 lit/ha endast är omkring 30 kronor vilket motsvarar värdet av 20-25 kg spannmål dvs ca 0,5 % av skördevärdet. Samtidigt gäller dock om man ser frågan i stort, för hela det samlade jordbruket, att varje bränslebesparing betyder minskade kostnader för import av motorbränsle.

Vid rangordning av de olika brukningssystemen kan man konstatera att i denna studie det konventionella brukningssättet med plöjning, harvning och kombisådd stått sig bra i konkurrensen vid vårsådd. Plöjning i kombination med harvsådd visar sig i tabell 9 ligga på samma nivå. Då är dock hänsyn inte tagen till det lägre arbetstidsbehovet, ca 30 %, vilket i många fall är en viktig fördel. Plöjningsfri odling minskar ytterligare tidsåtgången och ger tillika i fallet C stubbearbetning, harvning och kombisådd något högre skörd än A-ledet. Genom att maskinkostnaderna dessutom är lägre får man ett bättre ekonomiskt resultat än i A-ledet.

Plöjningsfri odling med harvsådd, försöksled D, ger en ytterligare tids- och bränslebesparing men maskinkostnaderna har trots detta blivit de samma

som i led C. Skörden har dock blivit mindre än i led C varför det ekonomiska resultatet blivit något sämre.

Direktsådden ger en tids- och bränslebesparing på 75-80 procent jämfört med det konventionellt brukade A-ledet. Avkastningen har dock varit ojämn varför det ekonomiska resultatet blivit alltför dåligt för att metoden på nuvarande stadium skall kunna konkurrera med de andra brukningssystemen annat än vid speciella grödor under särskilda förhållanden.

De olika brukningssystemen har studerats på lerjordar i östra Svealand där försommartorkan ofta medför särskilda grönings- och uppkomstsvårigheter. Varje brukningssystem kan optimeras och utnyttjas på olika sätt. Detta innebär att brukningssystemen med reducerad jordbearbetning kan förbättras och anpassas till olika brukningsförhållanden där varje brukare liksom då det gäller konventionell brukning är specialist på det odlingsklimat och de jordartsförhållanden som gäller för den egna gården.

I försöken vid Ultuna har harvsådden medfört en mindre skördesänkning. I försök ute hos lantbrukare, som tillämpar harvsådden är skörderesultaten lika för de båda metoderna. Skillnader i jordart och jordbearbetning kan vara en orsak till de skilda resultaten (Huhtapalo, 1985).

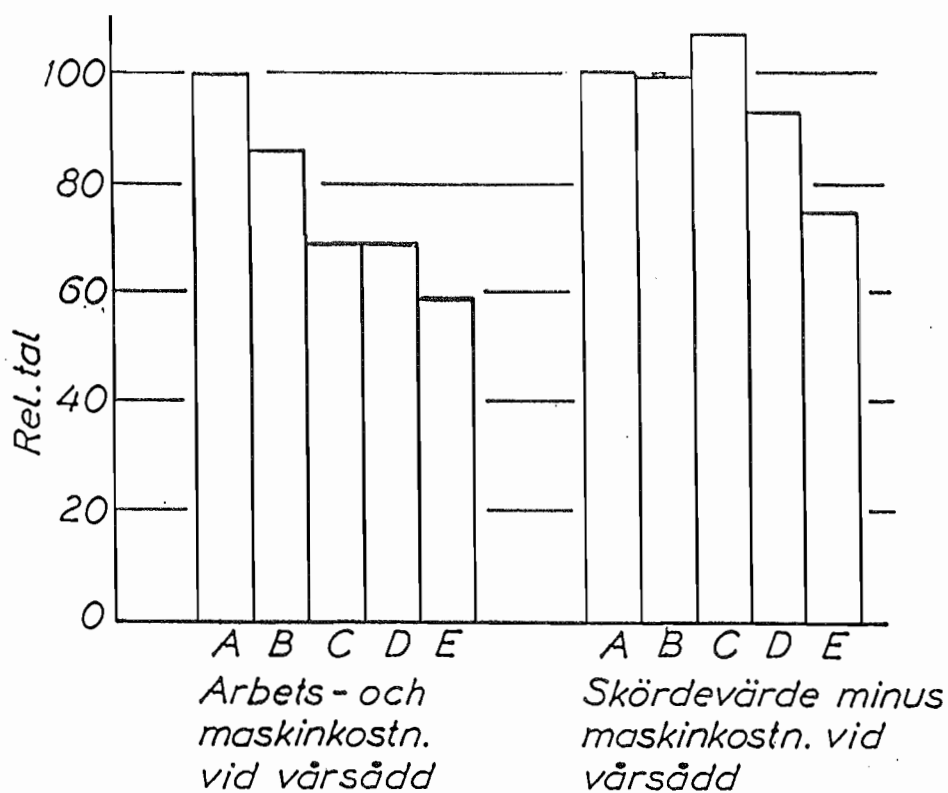
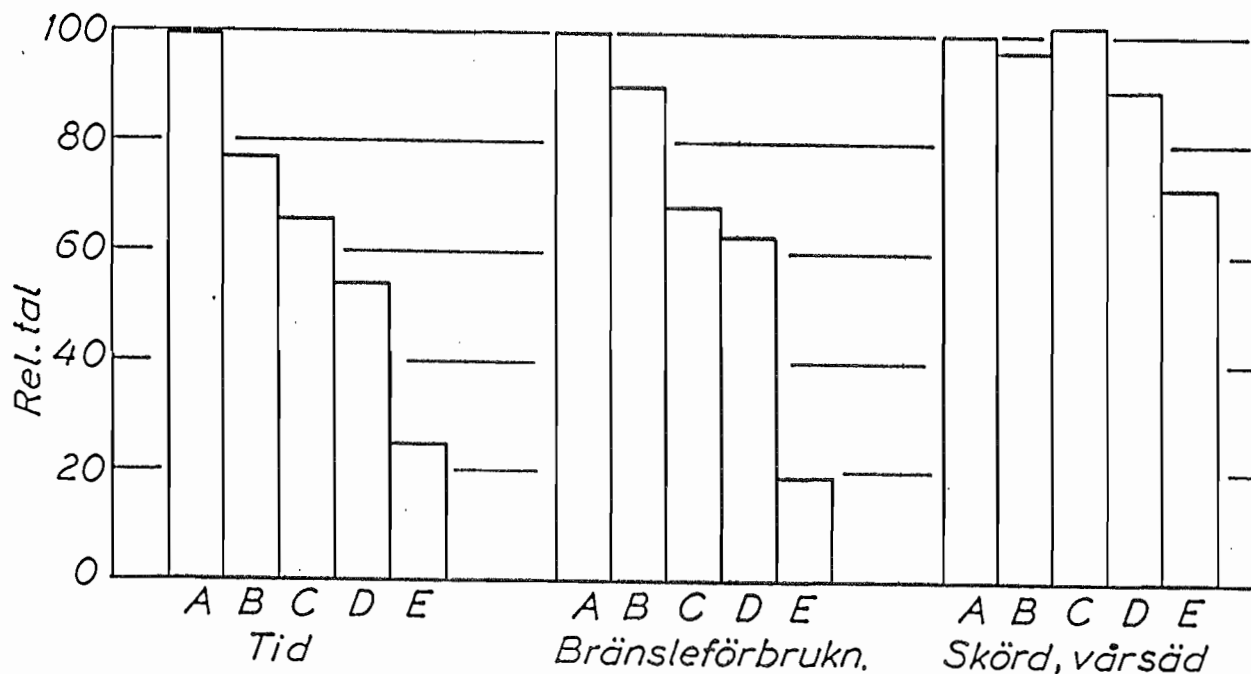
Sedan 1974 pågår vid avdelningen för jordbearbetning en omfattande försöksverksamhet med plöjningsfri odling. Resultaten är uppmuntrande även om i medeltal en viss skördesänkning erhållits (Rydberg, 1979 och 1982). Ett problem är att det saknas lämpliga såmaskiner för sådd vid riklig halmförekomst.

Avdelningen för jordbearbetning genomförde direktsåddförsök under 1960-talet (Henriksson, 1981) men tekniken var då ännu outvecklad, och erfarenheterna blev inte goda. Mot slutet av 1970-talet startade Sveriges Oljeväxtodlarnas Centralförening nya försök med direktsådd av höstraps efter korn och i början av 1980-talet igångsatte jordbearbetningsavdelningen motsvarande försök i höstsäd (Cedell, 1985 och Henriksson, 1985). Under gynnsamma förhållanden kan direktsådd av höstsådda grödor ge goda resultat. Erfarenheterna av direktsådd av vårsådda grödor är ännu så länge begränsade.

#### LITTERATUR

- Rydberg, T., 1979. När kan plöjningsfri odling tillämpas? Konsulentavdelningens rapporter, allmänt 23, s. 6:1-10, Uppsala.
- Rydberg, T., 1982. Field experiments with ploughless tillage in Sweden, 1976-81. Proc. 9th ISTRO Conf. 1982. Osijek.
- Henriksson, L., 1981. Försök med direktsådd av höstoljeväxter och höstveten efter vall 1969-69. Serie R2-4003. Medd. från södra jordbruksförsöksdistriktet nr 22. Lantbrukshögskolan.
- Cedell, T., 1985. Direktsådd - oljeväxter. Konsulentavdelningens rapporter, allmänt 63, s. 23:1-10, Uppsala.
- Henriksson, L., 1985. Direktsådd av stråsäd. Konsulentavdelningens rapporter, allmänt 63, s. 24:1-7.
- Huhtapalo, Å., 1985. Sådd och såteknik - såmetoder. Konsulentavdelningens rapporter, allmänt 63, s. 21:1-6, Uppsala.

ORIENTERANDE UNDERSÖKNING ÖVER BRÄNSLEFÖRBRUKNING OCH AVVERKNING VID OLIKA JORDBEARBETNINGSSYSTEM FÖR SÅBÄDDBEREDNING



- A = Plöjning, separata harvningar, kombisädd
- B = Plöjning, harvsädd med kombisåmaskin
- C = Stubbearbetning, separata harvningar, kombisädd (plöjningsfri odling)
- D = Stubbearbetning, harvsädd med kombisåmaskin (plöjningsfri odling)
- E och F = Direktsädd

Villy Nielsen

## ARBEJDSBEHOV OG ENERGIFORBRUG VED REDUCERET JORDBEHANDLING

Der er i de sidste 15 år gennemført ret omfattende undersøgelser vedrørende reduceret jordbehandling. Undersøgelserne er især gennemført af Statens Planteavlfsforsøg, Landboorganisationernes Landsforsøg og Statens jordbrugstekniske Forsøg (SjF). Det er undersøgelserne fra sidstnævnte institution, der især omtales i det følgende.

Formålet med undersøgelserne ved SjF er at belyse de arbejdsmæssige og tekniske konsekvenser ved forskellige jordbehandlingsmetoder, men de sidste 7-8 år er energiforbruget også indgået i undersøgelserne som en væsentlig faktor.

### A r b e j d s b e h o v   o g   m e t o d i k

Ved SjF er der gennemført forsøg vedrørende følgende jordbehandlingsmetoder:

- A. Alm. jordbehandling: Plov - stubkultivator - smuldreharve - kunstgødningsspreder - alm. såmaskine - tromle.
- B: Fræsning: Fræsesåmaskine - kunstgødningsspreder - alm. såmaskine - tromle.
- C. Spaderulleharvning: Spaderulleharve (Hankmo) - smuldreharve - kunstgødningsspreder - alm. såmaskine - tromle.
- D. Tallerkenharvning: Tallerkenharve - smuldreharve - kunstgødningsspreder - alm. såmaskine - tromle.



- E. Stubharvning: Stubkultivator - smuldreharve - kunstgødningsspreder - alm. såmaskine - tromle.
- F. Direkte såning: Special såmaskine - sprøjte - kunstgødningsspreder - tromle.
- G. Harvesåmaskine: Plov - stubkultivator - smuldreharve - kunstgødningsspreder - harvesåmaskine - tromle.
- H. Kombisåmaskine: Plov - stubkultivator - smuldreharve - kombisåmaskine - tromle.

Metoderne A-E er hovedsagelig gennemført i forbindelse med dyrkning af vårbyg, men der har også et enkelt år været dyrket vinterhvede, roer og frøgræs i alle forsøgsmarkerne.

Der har ikke været arbejdsmæssige eller tekniske problemer med dyrkning af de her nævnte afgrøder, men der har været problemer med at lave et tilfredsstillende såbed til vinterhvede efter frøgræs, hvor der ikke blev pløjet, men kun blev anvendt spaderulleharve, tallerkenharve eller stubkultivator. Der har deruden været problemer med rajgræs som ukrudt i de efterfølgende 2-3 år, hvor der ikke blev pløjet.

Direkte såning og såning med harvesåmaskine indgår i et tremarks sædskifte, hvor der dyrkes vinterhvede, vårbyg og vårraps.

Ved direkte såning skal halmen fjernes eller afbrændes, ellers opstår der problemer med slæbning ved såning, og fremspiringen hæmmes kraftigt.

Ved såning med harvesåmaskine skal halmen ligeledes fjernes, hvis der ikke pløjes. Der blev imidlertid pløjet forud for såning af vårbyg og vårraps. Vinterhveden blev sået i rapsstubben uden pløjning.

Harvesåmaskinen er opbygget i en fast ramme, og det er derfor vanskeligt at holde en konstant sådybde, hvis ikke overfladen er helt jævn.

Kombisåmaskinen er anvendt i forbindelse med alm. jord-

behandling. Der har ikke været tekniske problemer ved såningen bortset fra, at tendensen til slæbning er lidt større end for alm. radsåmaskine. Kapaciteten er desuden lidt mindre, fordi der også medgår tid til ifyldning af kunstgødning.

Der har desuden været udført forsøg med rotorharve med påbygget såmaskine og jordpækker i forbindelse med pløjning. Teknisk fungerer dette system udmærket, men maskinen er meget tung og effektkrævende, og det er derfor nødvendigt at disponere over en stor traktor.

Tabel 1. Arbejdsbehov ved forskellige jordbehandlingsmetoder samt brændstofforbrug. Vårbyg.

Areal med korn	20 ha	50 ha	180 ha	Brændstofforbrug l/ha
A. Plov = Alm. jordbehandl.	7,4	5,0	3,4	49
B. Fræsesåmaskine	4,3	3,0	2,4	31
C. Spaderulleharve	5,2	3,8	2,7	37
D. Tallerkenharve	5,2	4,1	2,7	39
E. Stubkultivator	5,1	3,3	2,3	33
F. Direkte såning	2,5	1,8	1,5	11
G. Harvesåmaskine	7,0	4,7	3,2	47
H. Kombisåmaskine	7,4	4,9	3,5	48

I tabel 1 er vist arbejdsbehovet ved jordbehandling, såning og gødskning, og ved direkte såning indgår desuden tiden for sprøjtning med ukrudt som følge af, at jorden ikke bearbejdes. Arbejdsbehovet kan reduceres med 55-65% ved helt at udelade jordbehandling og i stedet for sprøjte alt ukrudtet væk. De seneste resultater tyder endog på, at arbejdsbehovet kan reduceres endnu mere.

Brændstofforbruget reduceres i takt med, at jordbehandlingen reduceres. Det er især pløjningen, der er brændstoffkrævende, idet brændstofforbruget hertil alene udgør ca. 40%

af det totale brændstofforbrug ved alm. jordbehandling.

Brændstofforbruget er imidlertid en mindre omkostningsfaktor, idet den udgør mindre end 10% af produktionsomkostningerne ved dyrkning af korn. I en krisesituation med høje priser og mangel på brændstof kan pløjning udelades de steder, hvor det ikke er absolut nødvendigt, og på lidt længere sigt kan nye jordbehandlingsmetoder, der er mindre energikrævende, tages i anvendelse.

Tabel 2. Vintersæd

Mandtimer pr. ha.

Pakker efter plov	Traditionel jordbehandling		Rotorharve + såmaskine	
	-	+	-	+
2 x stubkultivering	0,90	0,90	0,90	0,90
Pløjning 3 f. 14"	2,21	2,21	2,01*)	2,16*)
Opharvning	0,28	-	0,28	-
Såning 4 og 3 m	0,55	0,55	0,79	0,79
Tromling	0,30	0,30	0,30	0,30
Ialt	4,2	4,0	4,3	4,2
-----				
Brændstofforbrug l/ha	37	36	43	41

\*) Vendeplov.

Arbejdsbehovet ved såning af vintersæd er lidt mindre end ved såning af vårsæd, hvilket fremgår af tabel 2. Hvis stubkultivering ikke er nødvendigt, kan arbejdsbehovet yderligere reduceres.

Der er imidlertid ingen væsentlig forskel i arbejdsbehovet mellem traditionel jordbehandling og pløjning med vendeplov og såning med rotorharve. Brændstofforbruget er derimod lidt højere ved sidstnævnte system, hvilket skyldtes anvendelse af jordpakker og rotorharve, hvor især rotorharven er energikrævende.

## B r æ n d s t o f f o r b r u g v e d d i r e k t e s å n i n g o g a l m . j o r d b e h a n d l i n g

På en modelgård dyrkes der f.eks. vintersæd i 30% og vårsæd i 70% af korn- og rapsarealet, som tilsammen udgør 2/3 af hele gårdens areal. Forbruget af brændstof og mulig besparelse er vist i tabel 3.

Den samlede besparelse er ved et korn- og rapsareal på 20 ha 564 liter, og ved et areal på 480 ha med korn og raps er besparelsen 13493 liter. Besparelsen i kroner afhænger af prisen på brændstof. Ved en literpris på 1,5 kr. er besparelsen på 846 kr. ved et korn- og rapsareal på 20 ha og 20239 kr. ved et korn- og rapsareal på 480 ha. Ved en brændstofpris på 6 kr. pr. liter vil de tilsvarende besparelser være på henholdsvis 3385 kr. og 80957 kr.

Tabel 3.

Brændstofforbrug på forskellige gårdstørrelser ved alm. jordbehandling og såning og ingen jordbehandling og direkte såning. Af korn- og rapsarealet dyrkes 30% med vintersæd og 70% med vårsæd.

Samlet areal, ha	30	60	180	360	720					
Korn og raps, ha	20	40	120	240	480					
	Alm. såning	Direkte såning	Alm. såning	Direkte såning	Alm. såning	Direkte såning	Alm. såning	Direkte såning	Alm. såning	Direkte såning
B r æ n d s t o f f o r b r u g i l i t e r										
Vintersæd	226	58	452	116	1289	284	2578	569	5155	1138
Vårsæd	553	157	1106	314	3158	790	6317	1579	12634	3158
Sum: liter	779	215	1558	430	4447	1074	8894	2148	17789	4296
B e s p a r e l s e i l i t e r										
Vintersæd		168		336		1004		2009		4018
Vårsæd		396		792		2369		4783		9475
Ialt, liter		564		1128		3373		6746		13493
B e s p a r e l s e i k r o n e r										
Kr/liter	1,50									
Vintersæd		252		504		1507		3013		6026
Vårsæd		594		1189		3553		7106		14213
Ialt, kr.		846		1693		5060		10120		20239
B e s p a r e l s e i k r o n e r										
Kr/liter	3,00									
Vintersæd		504		1008		3013		6026		12053
Vårsæd		1189		2377		7106		14213		28426
Ialt, kr.		1693		3385		10120		20239		40478
B e s p a r e l s e i k r o n e r										
Kr/liter	6,00									
Vintersæd		1008		2016		6026		12053		24106
Vårsæd		2377		4754		14213		28426		56851
Ialt, kr.		3385		6770		20239		40478		80957

Brændstofforbruget og mulig besparelse på landsbasis er vist i tabel 4. Det fremgår heraf, at korn og rapsarealet udgør 1,8 mio. ha eller 64% af landbrugsarealet. Af korn- og rapsarealet udgør vintersæd ca. 30%. Af tabellen fremgår, hvor stort brændstofforbruget er ved de enkelte afgrøder og hvor stor en brændstofbesparelse, der er mulig. Ved dyrkning af vinterhvede kan der således spares godt 8000 tons brændstof på landsbasis pr. år, og tilsvarende kan der spares godt 24000 tons ved dyrkning af vårbyg.

Tabel 4. Brændstofforbrug på landsbasis ved alm. jordbehandling og såning og ved ingen jordbehandling, men direkte såning.

Afgrøde	Areal 1000 ha	Samlet brændstofforbrug Tons		Mulig brændstof- besparelse tons	Mulig brændstofbesparelse mio. kroner		
		Alm. jord- behandling	Ingen jord- behandling		Literpris, kroner		
					1,50	3,00	6,00
Vinterhvede	344	10634	2543	8091	14,45	28,90	57,79
Vinterrug	121	3740	894	2846	5,08	10,16	20,33
Vinterraps	17	526	126	400	0,71	1,43	2,86
Vinterbyg	61	1886	451	1435	2,56	5,12	10,25
Vårhvede	10	324	87	237	0,42	0,85	1,69
Vårraps	210	6809	1817	4992	8,91	17,83	35,66
Vårbyg	1027	33299	8972	24328	43,44	86,88	173,77
Havre + Blandsæd	25	811	218	592	1,06	2,12	4,23
Korn- og raps- areal	1815	58029	15108	42920	77	153	307
% af landbrugs- areal	64	Brændstofbesparelse i %		74			

I de tre sidste kolonner er vist den mulige besparelse i mio. kroner på landsbasis for de forskellige afgrøder og ved forskellige brændstofpriser. Den totale besparelse med de nuværende energipriser er ca. 77 mio. kroner på landsbasis, svarende til knap 43.000 tons olie. Ved højere brændstofpriser stiger besparelsen naturligvis. Det vil imidlertid være urealistisk at forvente, at hele landets korn- og rapsareal vil blive tilsået med specialmaskiner uden forudgående jordbehandling. Forsøg og praktiske erfaringer viser nemlig,

at udbytteneiveauet ved direkte såning ikke kan opretholdes i vårsæd, og det er også tvivlsomt, om det kan opretholdes i vinterraps og vinterbyg. Besparelsen på landsbasis indskrænker sig således til maksimalt 11.000 tons brændstof, svarende til en besparelse på knap 20 mio. kroner med de nuværende energipriser.

Tabel 5. Brændstofforbrug

MASKINE	ARBEJDS- BREDDE meter	KØREHAS- TIGHED km/time	TIMER/HA BRUTTO	ARBEJDS- DYBDE cm	BRÆNDSTOFFORBRUG			
					LITER/TIME Gns.	"s"***	LITER/HA Gns.	"s"***
Direkte såmaskine	2,60	14,60	0,51	4-6	12,73	2,93	6,44	1,31
Direkte såmaskine	4,00	14,60	0,26	4-6	17,87	3,40	4,63	0,62
Alm. radsåmaskine	4,00	9,30	0,53	2-4	4,87	1,38	2,59	0,73
Kombisåmaskine	3,00	11,00	0,82	2-4	8,70	1,20	6,40	0,70
Harvesåmaskine	4,00	9,30	0,53	2-4	6,40	0,90	3,60	0,60
Harvesåmaskine	3,00	9,00	0,62	2-4	6,40	0,90	3,60	0,60
Rotorharve + såmaskine	3,00	8,00	0,76	2-4	12,13	-	8,30	-
Kunstgødnings- spreder *)	6,00	10,00	0,21	-	4,30	-	1,70	-
Enkornsåmaskine	4,00	4,50	0,50	2-3	2,58	-	1,29	-
Tromle	6,00	7,50	0,29	-	6,18	2,77	1,80	1,15
Let spidsharve (10 led)	10,00	9,60	0,18	2-3	10,89	-	1,96	-
Skrælleplov	1,10	8,30	1,91	10-12	8,14	-	15,54	-
Plov, 3-furet	1,10	6,20	2,14	20-22	9,19	2,02	19,63	2,02
Vendeplov, 3-furet	1,10	6,20	2,16	20-22	9,02	1,08	19,50	2,23
Kulturharve	5,55	8,00	0,37	6-8	10,32	1,28	3,83	1,07
Fræser	3,00	6,80	0,75	5-7	9,62	2,73	7,24	0,81
Fræser	2,30	7,10	1,03	5-7	9,09	1,54	9,36	2,86
Spaderulleharve	2,50	11,00	0,48	5-8	9,87	2,75	4,74	0,91
Tallerkenharve	2,25	7,80	0,60	6-8	12,16	2,24	7,27	1,22
Tallerkenharve	2,55	7,80	0,64	5-8	9,86	1,79	6,33	0,86
Stubkultivator	4,25	9,10	0,40	6-8	10,01	0,72	3,98	0,79
Stubkultivator	3,25	9,10	0,47	6-10	10,51	1,77	4,93	0,85
Smuldreharve	5,60	9,30	0,29	4-7	9,58	2,10	2,81	1,02
Marksprøjte *)	12,00	9,20	0,27	-	5,56	-	1,50	-

\*) Indirekte beregnet brændstofforbrug

\*\*) Statistisk spredning

Hugh Riley

## ENERGI- OG TIDSFORBRUK VED FORSKJELLIGE JORDARBEIDINGSSYSTEM

### I n n l e d n i n g

Redusert jordarbeiding gir mulighet for besparelse av arbeidsinnsats, energi og maskinutgifter. Det ligger også en mulig gevinst i økt avling som følge av tidligere såing. Sistnevnte vil variere fra år til år, avhengig av fordelingen av laglige jordarbeidingsdager. Denne muligheten tas sjelden i betraktning i forsøk, hvor sammenligning gjøres mellom forsøksledd som er sådd til samme tid.

### E n e r g i - o g t i d s f o r b r u k

I årene 1980 og 1981 ble drivstoff- og arbeidsforbruk til ulike operasjoner målt ved Kise forskingsstasjon. Målingene ble utført på lattleire i svakt hellende terreng (ca.5°) på fire jordteiger, på 0,7 ha, med 200 m i kjøreretningen. Dette representerer velarronderte jorder etter norske forhold. To av teigene ble pløyd og harvet, mens de to andre var direktesådd. Tallene inkluderer tid til sning, men ikke til evt. fylling av såkorn og gjødsel, og heller ikke tid til maskinjustering osv. Det var liten variasjon mellom gjentakene og mellom årene.

Tallene for drivstofforbruk ble av samme størrelsesorden som i danske undersøkelser (Olsen 1979). Det samme gjelder arbeidsforbruk til pløying, mens arbeidsforbruk til sekundær jordarbeiding viser her noe høyere verdier.

Tabell 1 viser en besparelse på ca.75% av drivstoff og ca.60% av arbeidstid ved direktesåing kontra tradisjonell 'jordarbeiding. Fra samfunnsøkonomisk synsvinkel kan det påpekes at energibesparelsen kan bli enda større, da man kan regne med et tillegg på ca.



Tabell 1. Drivstoff og arbeidsforbruk ved ulike arbeidsoperasjoner utført på letleire i Norge med 80 hk traktor og tilpasset utstyr.

Operasjon	Drivstoff liter/ha		Arbeid timer/ha	
	Tradi- sjonell	Direkte- sådd	Tradi- sjonell	Direkte- sådd
Pløying (vendeplog)	16,3	-	2,5	-
Slodding	5,3	-	0,9	-
Harving (C-tind)	3,7	-	0,6	-
Gjødselharv (S-tind)	3,2	-	0,9	-
Såing (sleplabb/MF130)	2,6	6,2	1,3	1,4
Tromling	1,7	1,4	0,7	0,7
Sprøyting mot kveke	-	0,7	-	0,6
Sum	32,8	8,3(7,6) <sup>1</sup>	6,9	2,7(2,1) <sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Uten sprøyting.

13% til framstilling av drivstoff og ca. 40% til traktorslitasje (Leach 1976). I motsatt retning virker det høye energiforbruket til framstilling av aktuelle ugrasmiddel som Paraquat og Glyfosat (Green 1979). Selv om dette tas hensyn til får man ved direkte-såing en halvering av energiforbruket. Lignende konklusjoner er gitt av Green & McCulloch (1976) og White (1979).

Den eventuelle gevinsten ved tidligere såing er avhengig av arbeidsforbruket om våren. Ut fra tabell 1 er følgende tall for krav til arbeidskapasitet om våren utledet for aktuelle jordarbeidingsystemer:

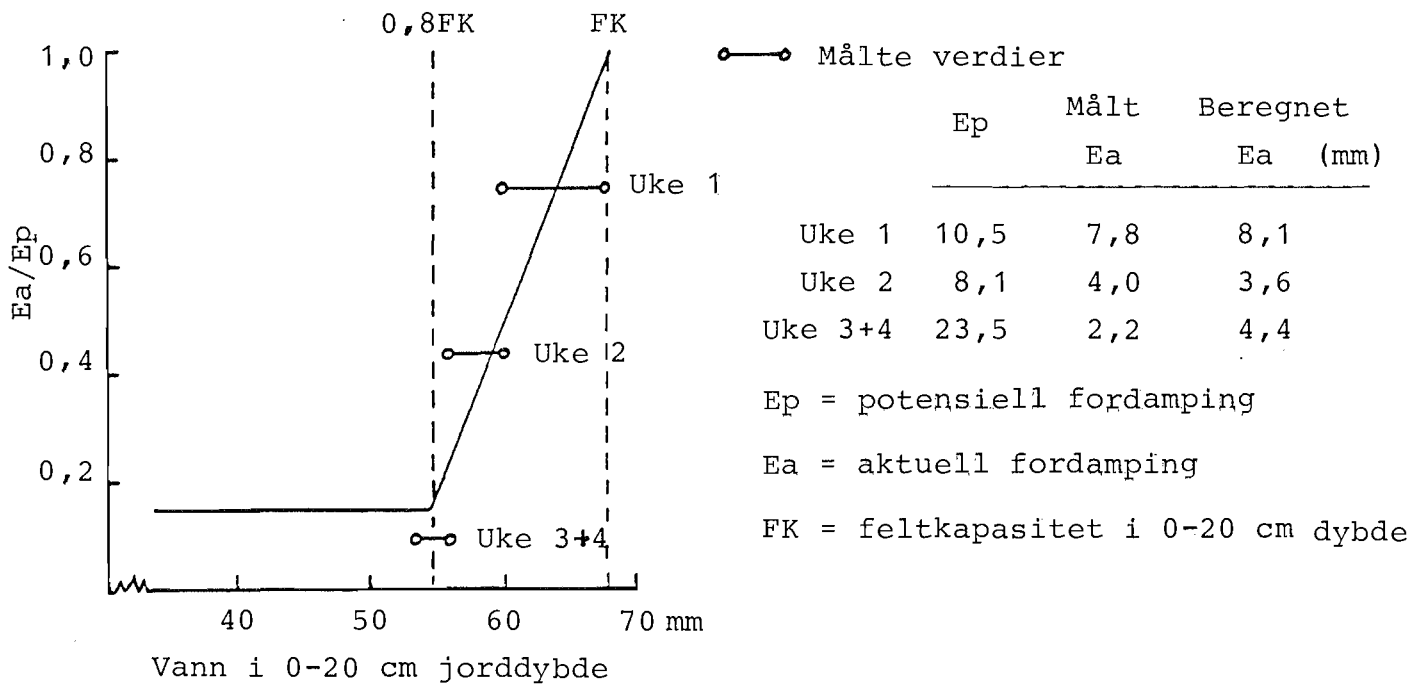
<u>Tradisjonell jordarbeiding:</u>	<u>timer/ha</u>	<u>ha/time</u>
Vårpløyd, sloddet, harvet 1 g., gjødslet, sådd og tromlet (evt. harvet 2 ggr., kombisådd)	6,9	0,145
Høstpløyd, ellers som ovenfor	4,4	0,227
<u>Redusert jordarbeiding:</u>		
Uten pløying og slodding, ellers som ovenfor	3,5	0,286
<u>Direktesåing:</u>		
Separat gjødsling	2,9	0,344
Kombigjødsling	2,1	0,476

### B e r e g n i n g a v j o r d a r b e i d i n g s d a g e r

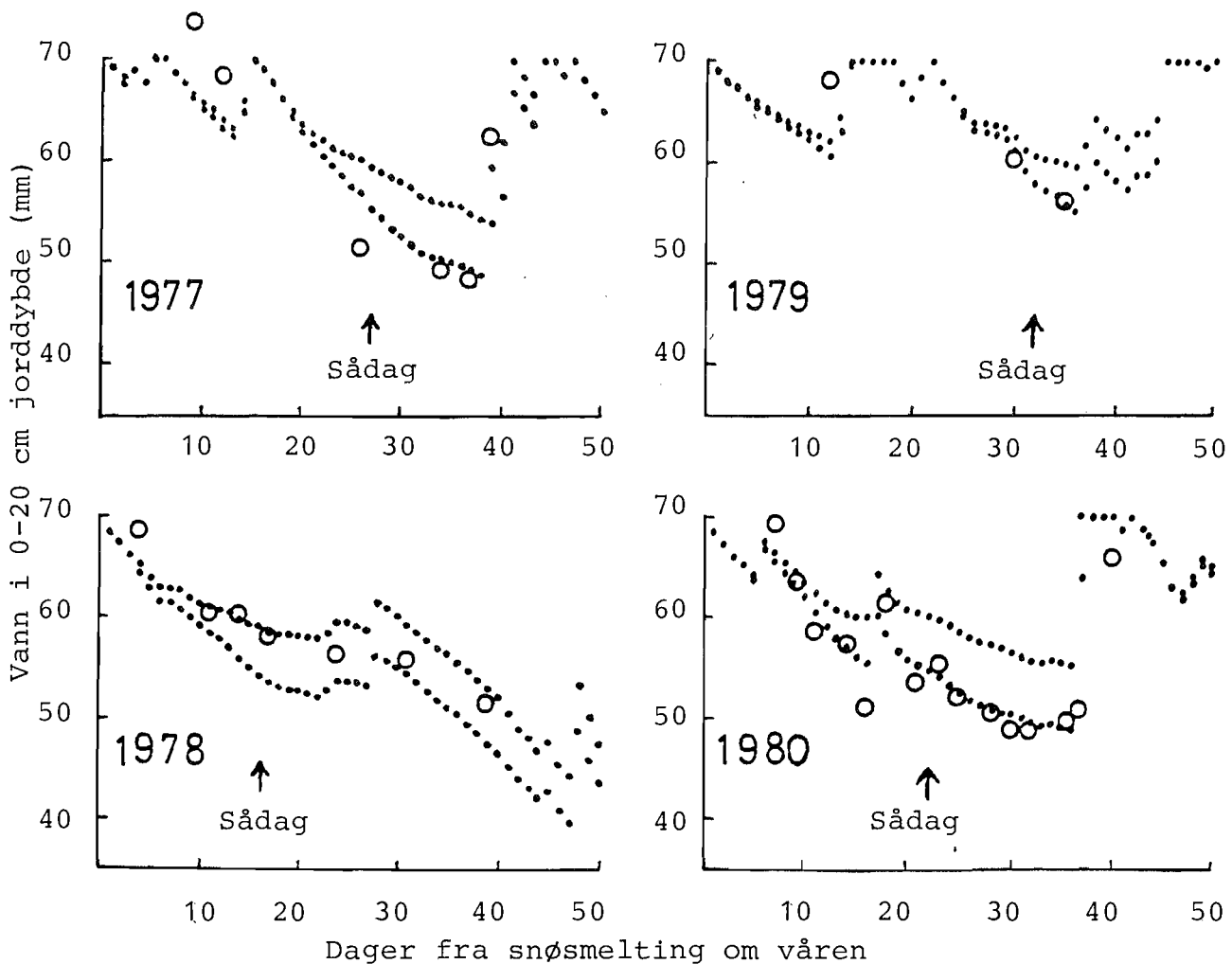
Den aktuelle fordampinga fra bar jord kan beregnes etter en metode av Kristensen og Jensen (1975). Metoden forutsetter at forholdet mellom aktuell og potensiell fordampning (Ea/Ep) faller fra 1 ved feltkapasitet (FK) til 0,15 når ca. 20% av vannet i jordas øverste 20 cm er fordampet. Dette er illustrert i figur 1, som også viser målte data fra et felt på Kise forskingsstasjon som ble skjermet mot nedbør i fire uker sommeren 1987. Overensstemmelsen var god.

Videre forutsetter metoden at overskuddsnedbør dreneres bort hver gang feltkapasitet er oppnådd. Figur 2 viser at metoden gir brukbare resultat under norske forhold også når det kommer nedbør under opptørkingsforløpet. Selv om fordampinga fra upløyd jord kan være lavere enn fra pløyd jord, er det sannsynlig at skilnadene er små mens vanninnholdet er nær FK (Rydberg 1987).

Det kritiske vanninnholdet for jordarbeiding ("laglighetsfaktoren", eng. "trafficability") er vanskelig å bestemme med sikkerhet. Få millimeters fordampning kan skille mellom stor og liten jordpakkingskade (Riley 1983). Elliott et al. (1977) anslår at verdien ligger mellom 70 og 95% av FK. Andre (Wösten & Bouma 1985, Barbeir et al. 1986, Wijk & Feddes 1986) har antydnet



Figur 1. Relativ fordamping fra bar jord etter Kristensen og Jensen (1975), illustrert for jord som ble skjermet fra nedbør sommeren 1987 på SFL Kise.



Figur 2. Vanninnholdet i matjorda på et forsøksfelt ved SFL Kise under opptørking om våren. Stiplete linjer (•••) er beregnet etter Kristensen og Jensen (1975), med  $0,8FK = 14 \pm 4$  mm. Måledata (○) er etter Ekeberg (1985).

verdier nærmere FK. Skjelvåg (1986) fant at første sådag i middel av 25 år i Sør-Norge inntraff når vanninnholdet i matjorda var 70% av FK. Det var imidlertid stor spredning (mellom 40 og 100). For feltet som er vist i figur 2, varierte vanninnhold ved såing mellom 75 og 82% av FK. Det er likevel rimelig at jordarbeiding kan begynne ved et noe høyere vanninnhold.

Selv om jordas vanninnhold er lavere enn det kritiske nivå for laglighet, kan nedbør hindre jordarbeiding på grunn av klinete forhold på overflaten. Barbeir et al. (1986) satte grensen ved 5 mm nedbør på den aktuelle dagen, så lenge dagen før var brukbar, men senket grensen til 1,3 mm hvis de 3 siste dagene var regnværsdager. I vår modell er en regnværsdag definert som en dag med mer enn 1,5 mm nedbør, og følgende grenser er satt for akseptabel nedbør på jordarbeidingsdagen, for tre representative jordarter:

Jordart	Antall nedbørdager i forveien			
	0	1	2	3
Sandjord (FK = 50 mm)	6	4,5	3,5	2,5 mm
Lettleire (FK = 70 mm)	5	3,5	2,5	1,5 mm
Mellomleire (FK = 90 mm)	4	2,5	1,5	0,5 mm

FK = feltkapasitet i 0-20 cm dybde

Antall laglige jordarbeidingsdager om våren er beregnet for Kise forskingsstasjon for perioden 1963-1987, med ulike verdier for "laglighetsfaktoren" (tabell 2 og 3). Det er benyttet daglige verdier for nedbør og potensiell fordamping for hvert år, fra snøsmelting til 31. mai.

Beregninger gjort med "laglighetsfaktor" lik 75% av FK ga få jordarbeidingsdager selv på sandjord, og er ikke tatt med her. Ut fra eget kjenskap til forholdene i distriktet, vurderes en

Tabell 2. Beregnet antall jordarbeidingsdager om våren ved Kise forskingsstasjon for perioden 1963-1987. Tallene gjelder lettleire (FK=70 mm) ved "laglighetsfaktor" lik 90% av FK<sup>1</sup>.

Ar	Dato					Sum
	11.-20.4	21.-30.4	1.-10.5	11.-20.5	21.-31.5	
1963	0	0	0	0	3	3
1964	0	6	0	9	11	26
1965	0	0	8	7	10	25
1966	0	0	0	2	4	6
1967	0	6	7	2	0	15
1968	0	4	2	3	11	20
1969	0	0	3	1	10	14
1970	0	0	5	10	10	25
1971	0	2	10	6	0	18
1972	0	0	5	8	0	13
1973	0	6	5	3	5	19
1974	0	10	9	10	9	38
1975	0	0	8	10	11	29
1976	2	10	10	9	11	42
1977	0	0	2	5	11	18
1978	0	0	4	10	11	25
1979	5	2	3	10	4	24
1980	0	0	8	10	8	26
1981	0	0	0	9	5	14
1982	0	2	2	7	2	13
1983	0	1	5	0	1	7
1984	0	3	10	4	0	17
1985	0	0	0	9	4	13
1986	0	0	6	3	5	14
1987	0	3	5	2	9	19

<sup>1</sup> FK = feltkapasitet i 0-20 cm dybde

Tabell 3. Beregnet antall jordarbeidingsdager om våren ved Kise forskingsstasjon, i middel av perioden 1963-1987, ved ulike "laglighetsfaktorer" (% av FK)<sup>1</sup>.

% av Jord- FK	art <sup>2</sup>	Dato					Sum
		11.-20.4	21.-30.4	1.-10.5	11.-20.5	21.-31.5	
85	Sa	0,2	1,7	3,5	5,1	5,6	16,1
	L1	0,0	1,0	2,4	4,3	5,0	12,7
	M1	0,0	0,4	1,5	3,6	4,4	9,9
90	Sa	0,5	3,0	5,6	6,5	6,8	22,4
	L1	0,3	2,2	4,7	6,0	6,2	19,2
	M1	0,2	1,7	3,6	5,4	5,8	16,7
95	Sa	0,9	4,2	7,1	7,2	8,1	27,5
	L1	0,7	3,8	6,5	6,9	7,6	25,5
	M1	0,6	3,4	6,0	6,5	7,3	23,8

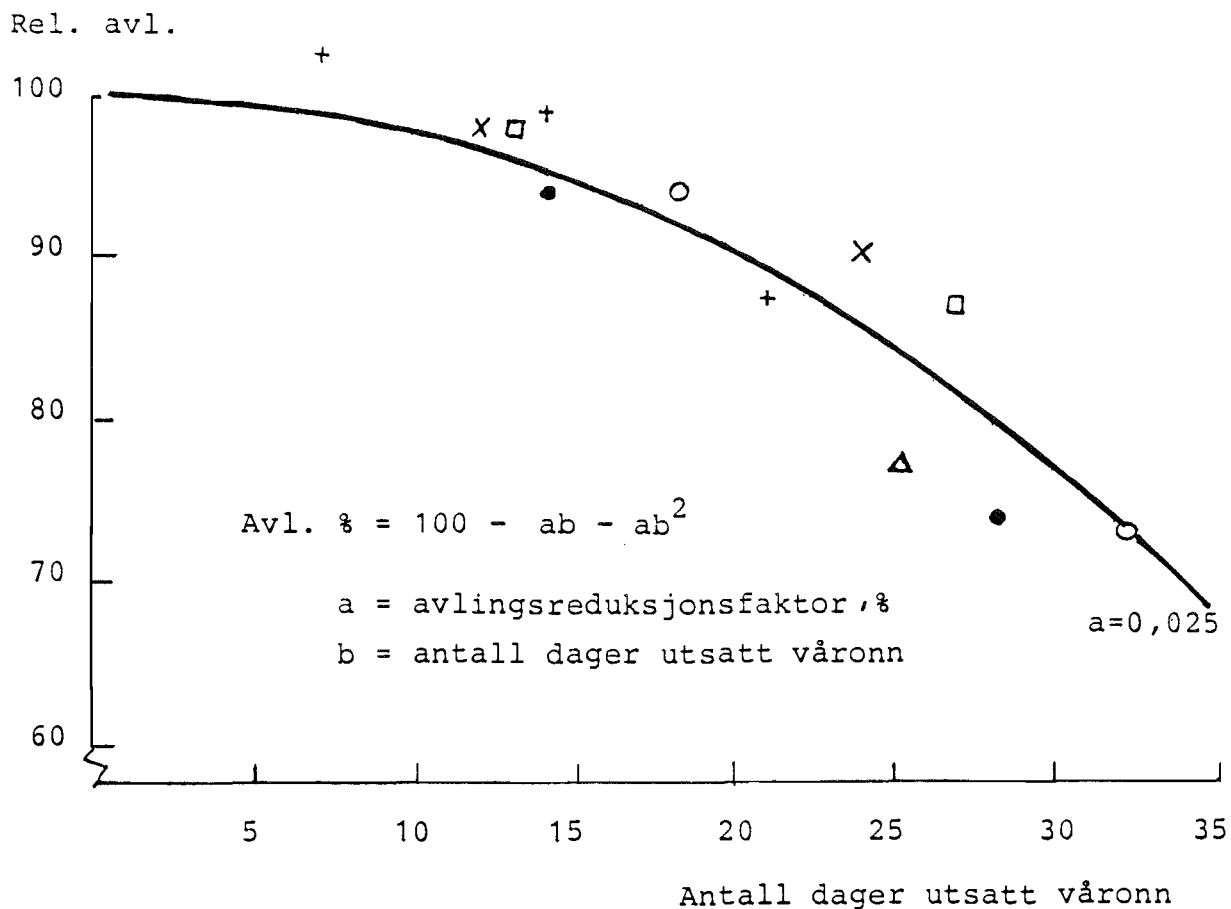
<sup>1</sup> % av FK = prosent av feltkapasitet i 0-20 cm dybde

<sup>2</sup> Sa = sandjord L1 = Lettleire M1 = mellomleire

"laglighetsfaktor" på 90% av FK for å være mest realistisk. Dette gir våronnstart før 1. mai i nesten halvparten av årene, og etter 10. mai i 20% av årene.

#### B e r e g n i n g a v a v l i n g s p o t e n s i a l e t

Ekeberg (1987) viste i en sammenstilling av data fra mange norske såtidforsøk, at avlingsnedgangen ved utsatt såtid fulgte en kurve med beskjeden helling tidlig i sesongen og sterkere helling senere (figur 3). Tilsvarende forhold gjelder også i andre land (Hammar & Henriksson 1987, Smith 1972).



Figur 3. Sammenhengen mellom avling og utsatt våronn etter første "laglige" våronndag. • = I. Lyngstad(35), △ = H. Stabbe-  
torp(15), × = H. Riley(8), ○ = upubl.(1), + = upubl.(6) og  
□ = K. Rønsen & E. Ekeberg(7).

(Faksimile etter Ekeberg 1987. Tall i parentes er antall høsteår)

I beregningene som følger er det forutsatt en potensiell korn-  
avling på 6 t/ha ved såing under laglige forhold før 21. april.  
Kurven gir da et kornavlingsnivå på ca. 5,9 t/ha ved såing 30.  
april, 5,0 t/ha i midten av mai og ca. 3,5 t/ha i slutten av mai.  
En ser bort fra evt. avlingsskader som kan skyldes ugunstige vær-  
forhold etter tidlig såing (frost, utvasking, drukning osv.), og  
forutsetter at vekstbetingelsene senere i sesongen er optimale  
med hensyn til næring, vanntilgang osv. Videre forutsettes det at  
de ulike systemene gir samme avling ved såing til samme tid.

Beregnet avlingsnivå ved de ulike jordarbeidingssystem er gitt for Kise forskingsstasjon i tabell 4 og 5. Det er forutsatt 10 timers kjøring pr. arbeidsdag. I tillegg kommer tid til fylling/justering osv., og for mindre velarronderte forhold vil arbeidsbehovet være større. Det regnes med et kornareal på 30 ha pr. traktor (dette tilsvarer ett årsverk under norske forhold). Arealene som kan sås pr. dag for de ulike systemene er avrundet til nærmeste tall som går opp i med heltall i 30 ha. I tilfeller hvor hele arealet ikke kunne sås før utgangen av mai, er det regnet med fortløpende såing fra 1. juni. For situasjoner med steinplukking er det foreslått et trekk på 0,5 ha pr. dag. Dette tilsvarer steinplukking i 60 min. pr. ha for pløyd jord og i 40 min. pr. ha for upløyd jord.

Tabell 4. Beregnet kornavling på lettleire ved ulike "laglighetsfaktorer" (% av FK)<sup>1</sup>. Middel av årene 1963-1987 på Kise forskingsstasjon.

Sys-tem <sup>2</sup>	Areal ha/dag	% av FK =	Kornavling t/ha			Rel. avling pr. år		
			85%	90%	95%	85%	90%	95%
1	1,5		3,72	4,60	5,15	77	84	90
2	2,0		4,10	4,95	5,37	85	90	94
3	2,5		4,32	5,13	5,49	90	94	96
4	3,0		4,46	5,24	5,56	94	96	98
5	3,75		4,61	5,35	5,62	97	98	99
6	5,0		4,75	5,45	5,68	100	100	100

<sup>1</sup> % av FK = prosent av feltkapasitet i 0-20 cm dybde

<sup>2</sup> 1 = Vårpløying

2 = Høstpløying med steinplukking om våren

3 = Høstpl. uten steinpl. eller redusert jordarb. med steinpl.

4 = Redusert jordarbeiding uten steinplukking

5 = Direktesåing med separat gjødslingsoperasjon

6 = Direktesåing med kombigjødsling



Valg av "laglighetsfaktor" har ganske stor innvirkning på resultatene for jordarbeidingsystemer med lav kapasitet. Vårpløying har imidlertid liten aktualitet i praksis. Valget hadde mindre betydning for systemer med høy kapasitet. Gevinstene ved høy kapasitet er som ventet større for leirjord enn for sandjord.

Tabell 5. Beregnet kornavling på ulike jordarter med "laglighetsfaktor" = 90% av FK<sup>1</sup>. Middell av årene 1963-1987 på Kise forskingsstasjon.

Sys-tem <sup>2</sup>	Areal ha/dag	Kornavling t/ha			Rel. avling pr. år		
		Sand-jord	Lett-leire	Mellom-leire	Sand-jord	Lett-leire	Mellom-leire
1	1,5	4,91	4,60	4,26	87	84	81
2	2,0	5,19	4,95	4,62	93	90	88
3	2,5	5,34	5,13	4,82	95	94	92
4	3,0	5,43	5,24	4,94	97	96	95
5	3,75	5,52	5,35	5,06	99	98	97
6	5,0	5,59	5,45	5,18	100	100	100

<sup>1</sup> FK = feltkapasitet i 0-20 cm dybde

<sup>2</sup> Definert i tabell 4

Den potensielle avlingsgevinsten ved redusert jordarbeiding er av størrelsesorden 2-3%, og ved direktesåing ca. 4-8%, sett i forhold til tradisjonell jordarbeiding med høstpløying. Slike gevinster kan i det minste oppveie en del av de negative følger som redusert jordarbeiding eventuelt måtte medføre, f.eks. ved økte ugrasmengder eller forverrete jordforhold. I år med spesielt vanskelige våronnforhold (som 1963, 1966 og 1983) kan gevinsten bli betydelig høyere, selv om slike tilfeller inntreffer sjelden. Tabell 6 viser fordelingen av år med potensielle avlingsgevinster innen ulike prosentgrupper, når de ulike systemene sammenlignes med direktesåing.

Tabell 6. Prosent fordeling av antall år mellom ulike grupperinger for relativ avling ved ulike jordarbeidingsystemer sammenlignet med direktesåing, 5 ha/dag, på lett-leire ("laglighetsfaktor" = 90% av FK<sup>1</sup>).

Rel.avl. %	System <sup>2</sup>				
	1	2	3	4	5
<76	12	4	0	0	0
76-80	20	4	4	0	0
81-85	20	12	0	4	0
86-90	24	28	12	0	0
91-95	16	28	32	24	8
96-100	8	24	52	72	92

<sup>1</sup> FK = feltkapasitet i 0-20 cm dybde

<sup>2</sup> Definert i tabell 4

### L i t t e r a t u r

- Barbier, A.S., T.S. Colvin & S.J. Morley, 1986: Trans. ASAE 29:1520-1525.
- Ekeberg, E., 1985: Forsk. fors. landbr. 36:133-139.
- Ekeberg, E., 1987: Aktuelt fra SFFL Nr. 3:121-126.
- Elliott, R.L., W.D. Lembke & D.R. Hunt, 1977: Trans. ASAE 20:4-8.
- Green, M. B., 1979: Biologist 26:123-126.
- Green, D. J. & A. McCulloch, 1976: J. Sci. Fd. Agric. 27:95-100.
- Hammar, O. & L. Henriksson, 1987: Aktuelt från SLU Nr. 362, 28s.
- Kristensen, K.J. & S.E. Jensen, 1975: Nordic Hydrology 6:170-188.
- Leach, G., 1976: Energy and Food Production. IPC Press, Surrey.
- Olsen, E., 1979: Ugeskrift for jordbrug 124:83-85.
- Riley, H., 1983: Forsk. fors. landbr. 34: 1-11.
- Rydberg, T., 1987: Rapporter från jordbearbetningsavd. Nr. 76.
- Skjelvåg, A. O., 1986: Forsk. fors. landbr. 37:295-301.
- Smith, L. P., 1972: Outlook on Agric. 7:79-83.
- Wijk, A. L. M. van, & R. A. Feddes, 1986: Proc. Int. Seminar on Land Drainage, Helsinki Univ. of Technol., Finland, s.127-142.
- White, D. J., 1979: Agricultural Engineer 67-73.
- Wösten, J. H. M. & J. Bouma, 1985: Geoderma 35:187-196.

Aarne Pehkonen

Hannu Mikkola

#### TEKNOLOGISKA MÖJLIGHETER ATT REDUCERA JORDBEARBETNING

I dagens lantbruk är det viktigt att försöka minska kostnaderna. En reducering av jordbearbetningen medför också vissa kostnadsbesparingar genom minskade maskin-, energi- och arbetskostnader. När arbetsåtgången i jordbearbetningen minskar kan jordbearbetningen och sådden utföras bättre än tidigare vid den lämpligaste tidpunkten, med andra ord läglighets effekten ökar vilket också har en positiv ekonomisk inverkan på gårdens lönsamhet. I synnerhet vid höstsådden har brådskan varit en väsentlig orsak till strävan att minska jordbearbetningen.

Vid sidan av ovannämnda tekniska faktorer inverkar också minskningen av jordbearbetningen i betydande utsträckning på själva biologiska processen, på jordmänen och på de odlade växternas tillväxt. Dessa påverkningar kan vara både positiva och negativa. Då man minskar antalet jordbearbetningar, minskar också antalet körgånger på åkern vilket minskar risken för skadlig jordpackning. Då man vid jordbearbetning minskar djupet på det ytskikt som vändes in i marken ökar ytskiktets humushalt, vilket positivt inverkar på markens struktur. Om grundbearbetningen på hösten helt lämnas ogjord och föregående års växtbestånd söndras först på våren just före den nya sådden kan man betydligt minska erosionen.

Det har konstaterats att en reducering av jordbearbetningen leder till en ökad kemisk ogräsbekämpning då förekomsten av de mångåriga ogräsena t.ex. vitrot kraftigt ökat. Likaså övervintrar endel smittospridare och skadedjur och de förökar sig kraftigt i de växtrester som blir kvar på jordytan, vilket å sin sida ökar behovet av kemiska bekämpningar.

En reducerad jordbearbetning medför klart inbesparade maskinkostnader. Däremot är dess inverkan på marken och dess produktionsförmåga beroende av omständigheterna antingen positiv eller negativ. Den reducerade

jordbearbetningen tycks i regel inverka negativt på förekomsten av ogräs, växtsjukdomar och skadedjur, men nackdelarna kan elimineras genom att effektivisera växtskyddet.

Flera alternativ finnes vid minskningen av jordbearbetningen. I detta sammanhang förstås med reducerad jordbearbetning en metod där bearbetningsintensiteten är lägre och antalet körgånger färre än i den normala nordiska jordbearbetningsmetoden med (höst)plöjning, (ytharvning), såbäddsharvning 2..3 gånger, gödsling och sådd eller kombisådd. I huvudsak kan de reducerade jordbearbetningsmetoderna utgående från huru stor minskningen är indelas i 3 olika grupper:

- 0-bearbetning. Både grundbearbetningen (plöjningen) och såbäddsbearbetningen (harvning) lämnas bort, man sår på obearbetad mark, s.k. direktsådd.
- Grundbearbetningen lämnas bort men man kvarhåller såbäddsberedningen.
- Grundbearbetningen kvarhålls men den egentliga såbäddsbearbetningen lämnas bort.

Då man som helhet granskar den reducerade jordbearbetningens inverkan, ser det ut att vara möjligt att bland de tekniska och biologiska faktorerna finna en sådan kombination, ett teknologiskt alternativ, vars totala inverkan jämförd med den konventionella metoden är positiv inom ramen för de ställda kriterierna.

#### Den reducerade jordbearbetningens nackdelar och förebyggandet av dem.

##### Växtrester

Reduceringen av jordbearbetningen bör göras så, att nackdelarna blir så små som möjligt. När man lämnar marken oplogad blir alla växtrester både stubb och halm, kvar på markytan. Dessa växtrester som blir kvar efter skördetröskningen förorsakar ofta svåra funktionella stockningar i de flesta på marknaden befintliga såningsmaskinernas billar varför halmen antingen måste samlas bort, brännas eller krossas och blandas med ytskiktet. Att samla ihop halmen är arbetskrävande och speciellt på spannmålsgårdarna finnes det ej för detta arbete erforderliga maskiner. Om halmen samlas ihop och man ej har någon användning för den

208.

på gården förlorar man lätt både de tids- och kostnadsbesparingar som den reducerade jordbearbetningen medför. Situationen är nästan den samma då man som särskild arbetsoperation krossar halmen och myllar in den i jordskiktet.

Att på hösten bränna upp halmen är ett billigt men inte alla gånger ett enkelt alternativ. En förutsättning för brännande är att halmen är tillräckligt torr. Halm som krossats med tröskans klipper torkar sällan tillräckligt så att den brinner. Beroende på väderleksförhållandena kan det även hända att också okrossad halm ej alltid torkar tillräckligt, varför en långsträig halm härvidlag kan utgöra ett stort problem. Däremot torkar halmen på våren i allmänhet rätt bra, men på grund av eldfara är det ofta inte tillåtet att bränna halm då när den är torr.

#### Växtsjukdomar och skadedjur

Många mikro-organismer som förorsakar växtsjukdomar och många skadedjur även sådana som vi ej är vana vid i den konventionella metoden förökar sig bra i de växtrester som på en plogfri odling blir kvar på marken. Därför har helt nya växtskyddsproblem uppstått. T.ex. på hösten vid direktsådd på stubben förorsakar sniglar ansenliga skador genom att äta upp unga sådda grödor. Det ser ut som om minskningen av bearbetningen ökar risken för växtsjukdomar och skadedjur. Situationen kan avhjälpas både genom ökad kemisk bekämpning och bättre sortval och växtföljd m.a.o genom integrerat växtskydd.

#### Ogräs

God plöjning är en effektiv metod vid bekämpning av mångåriga ogräs med stort rotsystem, så som vitrot. På samma sätt söndras på våren vid harvningen en stor del fröogräs som grott på plogtåltan. En minskad jordbearbetning betyder i allmänhet att också den mekaniska ogräsbekämpningen minskar. Detta i sin tur leder till ett ökat behov av kemisk ogräsbekämpning.

#### Inverkan på miljön

I det föregående har det konstaterats, att reducerad jordbearbetning ökar behovet av kemisk bekämpning. Å andra sidan minskar en reducerad jordbearbetning rätt utförd avsevärt erosionen och sköljningen av

jordpartiklar och med dem näringsämnen till vattendragen. Likaså ökar ytskiktets positiva biologiska aktivitet vid reducerad bearbetning. Ur den praktiska jordbrukarens synvinkel är i ekonomisk bemärkelse den centrala frågan växtskyddspreparatens, speciellt glyfosfatens prisutveckling. Dess prisutveckling är enligt vissa prognoser avtagande. Vad beträffar maskin- och arbetskostnader tycks trenden däremot vara stigande, varför för den enskilda jordbrukaren en minskning av jordbearbetningen tycks vara lönsammare än tidigare. Konsumenterna däremot förhåller sig åtminstone tillsvidare mycket förbehållsamt till kemisk bekämpning till s.k. "gifter" vid livsmedelsproduktionen. I länder med hög levnadsstandard har konsumenternas intresse för livsmedlernas kvalitet stigit och de fordrar i större utsträckning än tidigare "giftfria" produkter. I det fall att väsentliga förändringar ej sker i dessa attityder kan dessa utgöra ett betydande hinder vid reduceringen av jordbearbetningen.

### Tekniska lösningar

Jordbearbetningens primära målsättning är att bereda åkermarken för produktion av följande skörd. Speciellt såbäddsberedningen inriktar sig direkt på att skapa förutsättningar för sådd och sädeskärnans groning. Också vid reducerade jordbearbetningsmetoder förblir dessa principer oförändrade. Mest konkreta är förändringarna av såddens tekniska förutsättningar. På såningsmaskiner och speciellt på såbillen ställs nu helt nya fordringar. Vid sådd på helt oberedd mark sk. direktsådd, bör billarna ha god förmåga att tränga in i marken. Också i förhållanden med lång stubb och mycket växtresten får billarna inte "stocka sig". I dylika förhållanden fungerar roterande skiv- och tallriksbillar rätt bra, men om marken är mycket hård fordras det stor kraft att få billarna att hållas i rätt sådjup. Det är svårt att kombinera gödselplacering till direktsådd. Härvidlag ökar maskinens dragmotstånd betydligt och också de fordringar som ställes på maskinens konstruktiva hållbarhet, d.v.s. vikten ökar och priset stiger. Om i den reducerade metoden jordbearbetning kvarstår i någon form minskar detta på motsvarande sätt de krav som ställes på såningsmaskinen. Såsom redan tidigare konstaterats kan man minska jordbearbetningen på många olika sätt. Även på en och samma gård är under olika år och olika förhållanden olika alternativ det mest lönsamma. Därför borde såningsmaskinen vara sådan att man kan använda den vid möjligast många reducerade jordbearbetningsalternativ. Om användningsmöjligheterna begränsas till endast en metod, ökar detta klart kostnaderna.

## Vårharvning och sådd

Skiv- och tallriksbillen behöver mycket kraft för att tränga in i jorden varför såningsmaskinen vid sådd på helt oberedd mark måste vara tung. Detta rimmar dåligt med strävan att minska skadlig jordpackning. Dessutom är det svårt för nyssnämnda billtyper att hålla konstant sådjup och täcka kärnorna. Såsom tidigare framförts är det svårt att koppla gödselplacering till direktsåningsmaskinen. Därför tycks direktsådden som vårsåddsmetod på packningsömma lerjordar ej vara ett alltför lockande alternativ.

Om man framför såningsmaskinen kopplar en s.k. radfräs, som endast bearbetar för billarna smala bälten, kan man så med en nästan normal såningsmaskin med normala billar. Den "lösa" jord som radfräsen har bearbetat täcker sädeskärnorna rätt bra, och utför samtidigt ett relativt bra skydd mot avdunstning. En dylik maskin lämpar sig också bra att så om vall, t.ex. efter övervintringsskador. Problem uppstår dock också vid användning av radfräs. På våta lerjordar med mycket växtrester stockar den sig lätt. Oplogad mark kan bearbetas direkt på stubben till såbädd eller höstplöjningen kan ersättas med "lättare" jordbearbetningsmetoder. I det fall det finnes endast litet växtrester och de blandar sig bra in i bearbetningskiktet kan en alldeles vanlig såningsmaskin användas. Vid användning av fräs kan normal såningsmaskin användas och i goda förhållanden t.o.m. kombisåningsmaskin.

Det är ytterst sällan möjligt att på våren så direkt på plogad mark. Plogtiltornas höjdskillnader är för stora och dessutom varierar fuktigheten alltför mycket mellan plogtiltans rygg och botten vilket leder till ojämn brådduppkomst. En oharvad plogtilta saknar dessutom skydd mot avdunstning. Med hjälp av en lätt ytharv kan plogtiltornas höjdskillnader och fuktighetskillnader utjämnas och på samma gång får man ett gott avdunstningsskydd på marken. Ett dylikt underlag är åtminstone i teorin en god såbädd. Härvidlag bör billarna ha god mark-sökningsförmåga och utrustade med individuell djupreglering.

Om man vill använda en normal såningsmaskin men ändå minska jordbearbetningen på våren kan man använda den tidigare nämnda radfräsen som bearbeta smala ränder för billarna. Ett annat alternativ är s.k. S-pinneharvsådd. Vid sådden kopplas en S-pinneharv framför såningsmaskinen och pinnarna justeras så, att de bearbetar åt såbillarna en fåra.

I Finland har man bl.a. vid Helsingfors Universitet, Inst. för lantbruksteknologi och vid Statens lantbruksteknologiska forskningsanstalt (VAKOLA) studerat några av de nyssframförda metoderna. Vakola har haft ett mångårigt försök som gått ut på att ersätta höstplöjningen med lättare metoder, (tabell 1 och 2). Enligt resultaten har höstplöjningen i medeltal gett den största skörden men också med några andra metoder har nästan lika goda resultat uppnåtts.

Tabell 1. Alternativa metoder för höstplöjning.  
Mjällig lera, vårvete, 1979 korn.

	HP	VP	RH	KU	TA	SP	SR	O
1975	3620	2565	3870	3550	3505	3585	3225	1855
1976	5245	5130	5020	4980	4870	4990	4705	-
1977	3115	3340	3345	3290	3035	2935	2980	3530
1978	2185	1045	2165	2605	2400	2425	2480	956
1979	4865	3630	4825	4615	4790	4750	4580	5050
1980	2965	2785	2755	2800	2870	2835	2825	3350
1981	2575	1770	1970	1820	1765	1775	1620	1605
1982	3900	3635	4190	4225	4060	4070	4100	3645
1983	2370	1407	2280	2385	2725	2850	2915	2730
1984	3140	2325	2785	2725	2710	2590	2355	2105
1985	2410	2535	2785	2630	2625	2635	2565	2560
1986	3080	1780	3540	3560	3390	3380	3120	2510
$\bar{X}$	3289	2662	3294	3265	3229	3235	3122	2718
Relat.	100	81	100	99	98	98	95	83

Jordbearbetning på hösten

- O = Ingen plöjning
- HP = Höstplöjning
- VP = Ingen, plöjning på våren
- RH = Rotorharv
- KU = Kultivator
- TA = Tallriksharv
- SP = S-pinneharv
- SR = Spadrulleharv



Tabell 2. Alternativa metoder för höstplöjning.  
Mullhaltig molera, vårvete 1979 korn.

	HP	VP	RH	KU	TA	SP	SR	O
1976	5310	5020	5390	5220	5060	4965	5000	4350
1977	4335	4100	4305	4160	3835	4100	4150	3730
1978	3950	2925	3310	3800	3330	3880	3775	2610
1979	5045	4140	4465	4620	4075	4145	4150	3945
1980	4215	4245	4305	4440	4480	4465	4485	4495
1981	1945	2030	2050	2080	1965	2015	2080	1990
1982	4675	3310	4105	4095	3810	4005	4035	4200
1983	4322	4658	4512	4726	4728	4568	4622	4588
1984	3036	3062	3151	3144	2981	2929	2896	2641
1985	1841	1893	2053	2020	1938	1801	1744	1661
1986	3370	3940	3360	3260	3430	3210	2770	1960
1987	2760	2330	2720	2430	2120	1990	1580	990
$\bar{X}$	3754	3471	3644	3666	3479	3506	3441	3097
Relat. 100		93	98	98	93	94	92	83

Tabell 3. Reducerad jordbearbetning vid vårsådd 1987 efter höstplöjning, vårvete

Höstplöjning+ vårarbeten	skörd /ha ytjämnning					
	<sup>1)</sup> jordbearb.	<sup>2)</sup> gödselp.	<sup>3)</sup> såbill.	samtidigt	2 dag före $\bar{X}$	
0	gp	db		5349	5615	5482
S-pinne	gp	db		5517	5631	5574
S-pinne	gp	slb		5321	5419	5370
Rotorharv	gp	slb		-	5608	-
Rotorharv	yt	slb		-	5157	-

- 1) 0 = ingen  
S-pinne = 2 x S-pinneharv  
Fräs = Harvsådd med Lely-rotorharv
- 2) gp = gödsel placerad  
yt = gödsel på ytan
- 3) db = dragbill med individuell djupreglering  
slb = normal släpbill

Under våren 1987 har både Inst. för lantbruksteknologi och Vakola studerat endel andra reducerade jordbearbetningsmetoder vid vårsådd (tabell 3, 4 och 5). Resultatena av dessa försök är i viss mån motstridiga. Skillnaderna mellan normal och reducerad jordbearbetning är ganska små i de metoder där höstplöjning förekommit. Däremot gav några plogfria alternativ åtminstone under 1987 års förhållanden betydligt mindre skörd än den konventionella metoden. Skördeminskningen beror till stor del på de problem som växtresterna förorsakade vid såddens tekniska utförande samt på ökad mängd ogräs.

Tabell 4. Reducerad jordbearbetning vid vårsådd med eller utan höstplöjning, vårvete, specialbillar med individuell djupreglering

Höstplöjning +	Skörd kg / ha		
	rotorharv	radfräs	$\bar{x}$
ytharvning 2 dag före	5141	5146	5144
ytharvning samtidigt	4756	4657	4707
$\bar{X}$	4949	4902	4925
Utan höstplöjning			
stubben bränd	4991	4483	4737
stubben kvar	2503	1132	1818
$\bar{X}$	3747	2808	3277

Tabell 5. Reducerad jordbearbetning efter höstplöjning, VAKOLA 1987  
Harvsådd med special S-pinneharv-såningsmaskin kombination. Vårvete på mjällera.

Metod: Kombisådd	Skörd kg / ha
Normal jordbearbetning	
med S-pinneharv 3 x	
- 5 cm	3290
- 7 cm	3320
Harvsådd (rotorharv)	3390
Harvsådd (S-pinneharv)	
- 5 cm	3260
- 7 cm	3280

## Höstsådd

Höstsåddens särproblem är att höstsådden och skördearbetena infaller samtidigt. Å andra sidan leder exceptionella förhållanden, vissa år torra och andra år våta till att höstsådd med traditionella metoder är mycket svår att utföra eller går ej alls att genomföra.

En viktig förutsättning för att direktsådden skall lyckas är att markens fysiska struktur är god och att marken lätt släpper igenom vatten så att regnvattnet ej blir kvar på markytan. Dessutom får det på marken ej finnas alltför mycket ogräs. I synnerhet i de nordligaste delarna av Skandinavien bl.a. i hela Finland är tiden mellan skörden och höstsådden oftast så kort att en kemisk behandling av ogräs med glyfosat-preparat före såddem medför stora problem.

På hösten utför avsaknaden av gödselplacering vid direktsådd inget problem. Med ytspridning har man fått lika goda skörderesultat som vid gödselplacering. Däremot ställer halmen och växtresterna betydande krav på maskinens funktioner. Man har konstaterat att den stubb som lämnats som skydd åt höstsådden har i endel fall förbättrat övervinterningen. Snölagret skyddar brådden under en längre tid och halmstråna fungerar som luftkanalen genom ett eventuellt islager och förhindrar på så sätt åtminstone delvis uppkomsten av isbränna.

Som ett alternativ till direktsådd åtminstone på lätta jordar i våta förhållanden är att så genast på plogad mark eller direkt på stubb och sedan mylla in utsäde med lätt harvning. Också normal harvsådd på stubb har i endel fall gett goda resultat. Också dylika metoder har preliminärt studerats av tidigare nämnda institution. Försöksserien påbörjades åren 1986/1987 (tabell 6) och försöken fortsätter.

I försöket gav höstvetete i den plogfria metoden nästan lika goda skördar som i metoden med plöjning. Däremot misslyckades rågen nästan totalt i de plogfria metoderna i sådana förhållanden som rådde hösten 1986. Då plöjningen utelämnades utgjorde de rikliga växtresterna (rågens stubb) ett betydande hinder för sådden. På plogfria skift förorsakade även ogräsen och det stående vattnet i säfåran problem. Regnvattnet låg också mycket längre kvar på marken i dessa rutor, vilket å sin sida igen förorsakade övervintringsskador. I några tidigare försök bl.a. utförda i Jockis har man vid direktsådd i vissa förhållanden

Tabell 6. Reducerad jordbearbetning vid höstsådd 1986/1987

Metod	Skörd kg/ha		
	H-vete <sup>1</sup>	Råg <sup>2</sup>	
	Halmen samlad	kvar	samlad
Plöjning +			
0 2 x S-pinneh. kombisådd, släpbillar	5350	3657	3121
1. 2 x S-pinneharv släpbillar	5396	3760	3130
2. 2 x S-pinneharv dragbillar	5486	3329	3011
3. utsäde på ytan + 1 x S-pinneharv	5501	3849	3153
Utan plöjning			
4. Rotorharv + släpbillar	5194	638	1217
5. Rotorharv + dragbillar	5251	691	1115
6. Radfräs + skivbillar	5172	373	467
7. Radfräs + släpbillar	4613	254	728
8. 3 x spadrulleharv + släpbillar	5127	543	809
9. 3 x spadrulleharv + dragbillar	5453	688	925

0 : kombisådd med gödselplacering , 1-9 : ytgodsling

1) Höstvete efter havre, halmen bortsamlad 2) Råg efter råg

fått t.o.m. bättre resultat än med den konventionella metoden. Överraskande i resultaten var, att den s.k. blöta höstens krissådd (ytsådd direkt på plogtilta) gav hos de båda försöksväxterna den största skörden.

## SAMMANDRAG

De preliminära resultaten visar att det tycks finnas rätt goda teknologiska möjligheter att reducera jordbearbetningen. För vårsåddens del tycks de metoder vara särskilt intressanta där höstplöjningen bibehålles men vårbearbetningen minskas, m.a.o. man minskar körandet på marken då, när den är våt, vilket samtidigt minskar risken för skadlig jordpackning. Utgående från 1987 års resultat gav endast en lätt yt-harvning ett tillräckligt bra avdunstningskydd. Regnet mellan sådden och brådduppkomsten förorsakar på vissa jordarter i den konventionella metoden svåra problem på grund av tjock skorpbildning. Detta problem var mycket lindrigare på de rutor som endast var ytharvade.

För höstsåddens del visar de preliminära resultaten ingen klar trend, m.a.o. den vid höstsådden använda metoden skall väljas på basen av höstens förhållanden. Ett alternativ som inte provades i försöket men som av misstag provades av en jordbrukare i huvudstadsregionen under åren 1986/1987 är också värt att nämnas. Av misstag sådde han våren 1986 på ett skifte ett vete-utsäde där vår- och höstvete hade blandats. Hösten 1986 fick han från detta skifte en för sina förhållanden helt normal vårveteskörd, och hösten 1987 fick han från samma skifte utan jordbearbetning och sådd en höstveteskörd.

Till dags dato har vi rätt litet entydiga resultat om reducerade jordbearbetningsmetoder. Likaså är utvecklingen av de maskintyper som lämpar sig för dessa metoder först i början. På grund härav kan man ej riskfritt rekommendera dessa maskiner för allmänt bruk. Det är dock mycket sannolikt att nyssnämnda metoder och maskiner kan utvecklas så att reducerad jordbearbetning kan användas också i praktisk jordbruk bra mycket större omfattning än vad nu är fallet.

**DRIFTSØKONOMI OG ENERGIEFFEKTIVITET  
VED REDUCERET JORDBEARBEJDNING**

Indledning

Dyrkning af afgrøderne kræver en stor indsats af arbejde, maskiner og energi. En betydelig del af indsatsen bruges til mekanisk og/eller kemisk bekæmpelse af ukrudt samt tilberedning af såbed og såning.

Denne indsats koster penge, og landmanden vil derfor være interesseret i andre jordbearbejdningsmetoder, der kan nedsætte ressourceforbruget. Mange nye metoder og maskiner er da også blevet udviklet. At vurdere disse metoders driftsøkonomi og ressourcemæssige effektivitet er imidlertid en omfattende sag, da mange faktorer spiller ind.

Jordbearbejdningsmetoder

Otte metoder til mere eller mindre reduceret jordbearbejdning sammenlignes med traditionel jordbearbejdning, hvori indgår 10-12 markoverkørsler pr. år, herunder bl.a. stubkultivering, efterårspløjning og såbedsharvninger før såning. De ni jordbearbejdningsmetoder er:

Jordbearbejdningsmetode	Bearbejdningsdybde:
Traditionel bearbejdning	ca 20 cm
Kombisåning	ca 20 cm
Kombiharvesåning	ca 20 cm
Rotorharvesåning (lerjord)	ca 20 cm
Tallerkenharvning	6- 8 cm
Stubkultivering	6- 8 cm
Fræsersåning	6- 8 cm
Stubkultivering med fræsersåning	6- 8 cm
Direkte såning	0 cm

Undersøgte jordbearbejdningsmetoder.

Metoderne kan inddeles i tre grupper:

Kombisåning, kombiharvesåning og rotorharvesåning er ka-

rakteriseret ved at stubbehandlingen og pløjningen er som ved traditionel bearbejdning. Reduktionen af indsatsen består i, at der spares nogle overkørsler af marken ved såbedstilberedning og såning. Ved kombisåning udbringes gødning og udsæd i samme arbejdsgang, med det resultat at gødningen placeres optimalt i forhold til udsæden. Kombiharve- og rotorharvesåning kombinerer en eller flere såbedsharvninger og såning til en arbejdsoperation.

Ved tallerkenharvning, stubkultivering, fræsersåning og stubkultivering med fræsersåning undgås den tidkrævende pløjning. Stubbearbejdningen sker med henholdsvis tallerkenharve, stubkultivator og fræser. Ved tallerkenharvning og stubkultivering sker såbedstilberedning og såning som ved traditionel bearbejdning, mens en fræsersåmaskine klarer behandlingerne i een arbejdsgang ved de to andre metoder.

Direkte såning kræver færrest antal redskaber og markoverkørsler. Der foretages ikke nogen egentlig jordbearbejdning, idet nye afgrøder sås direkte i jorden uanset stubbe og andre plantedele fra foregående afgrøde. Den nødvendige ukrudtsbekæmpelse foretages med kemikalier.

Bearbejdningsmetoderne er valgt til analysen ud fra krav om en rimelig mængde data om metodernes anvendelse i forsøg og praksis. I modelsituationerne forudsættes metoderne anvendt år efter år, således at de langsigtede effekter ved metoderne kan indregnes.

#### Beregning af metodernes indtjeningsbidrag

Jordbearbejdningsmetoderne har en række økonomiske fordele og ulemper i forhold til hinanden. For at få flest muligt af disse medregnet på systematisk måde, er der for hver metode beregnet et indtjeningsbidrag pr. hektar. Indtjeningsbidragets sammensætning fremgår af nedenstående opstilling. Bemærk at foruden omkostninger til udsæd, gødning, kemikalier og maskinstation beregnes også omkostninger til vedligehold, afskrivning og forrentning af maskiner og traktorer samt arbejds løn.

Bedrifts-parametrene areal, afgrødevalg og jordtype har indflydelse på maskinernes størrelse, arbejdsforbrug og udbyt-

teniveau. Herved påvirkes til en vis grad også metodernes indbyrdes økonomi.

Der bestemmes derfor indtjeningsbidrag gældende for 20, 60 og 180 hektar sandjord og lerjord. Samtidig udføres beregningerne for monokulturer med vårbyg, rug på sand og hvede på ler samt for sædskifter med vårbyg, vårraps og to gange rug eller hvede. Ialt opereres med 150 modelbedrifter.

60 HA LERJORD (beløb i kr. pr. ha)	Traditionel bearbejdning	Direkte såning
Kornudbytte	8770	8460
Halmudbytte	1270	1280
	%	%
Udsæd, NPK-gødning og kalk	1700 (28)	1700 (28)
Kemikalier	790 (13)	980 (16)
Diesel og motorolie	160 (3)	100 (2)
Maskinforsikring	20 (0)	20 (0)
Husleje	80 (1)	40 (1)
Vedligehold og reparation:		
Redskaber	100 (2)	70 (1)
Traktor	170 (3)	140 (2)
Afskrivning og forrentning:		
Redskaber	350 (6)	410 (7)
Traktorer	410 (7)	460 (8)
Maskinstation:		
Skårlægning	120 (2)	120 (2)
Mejetærskning	1190 (19)	1190 (19)
Halmpresning	510 (8)	510 (8)
Arbejds løn	550 (9)	390 (6)
<b>GNS. INDTJENINGSBIDRAG/HA</b>	<b>3900</b>	<b>3610</b>

Indtjeningsbidrag (gælder for et sædskifte med 50% vår- og 50% vintersæd), og omkostningernes relative andel.

Sammenligning af jordbearbejdningsmetoder, hvor der anvendes vidt forskellige maskinsæt, kan kun lade sig gøre under specifikke forudsætninger. I denne analyse er sammenligneligheden baseret på en forudsætning om bedst mulig udnyttelse af metodernes kapacitet. Det afgørende for en jordbearbejdningsmetodes kapacitet er antaget at være perioden omkring såbedstilberedelse og såning. Forsøg viser, at dette tidspunkt er udbyttømæssigt mest afgørende.

For hver afgrøde er der fastlagt et antal mulige driftstimer til rådighed for såbedstilberedning og såning. Ved såning af vintersæd vil desuden pløjning, tallerkenharvning, stubkul-



tivering eller fræsning skulle klares i spidsbelastningsperioden. Det mulige antal driftstimer er ansat til 120 timer for vårbyg, 80 timer for vårraps, 120 timer for vinterhvede og 240 timer for rug.

Hver enkelt modelbedrifts maskinpark dimensioneres således, at det givne areal lige netop kan overkommes indenfor den disponible tid. Hvis en traktor med tilhørende maskiner ikke kan klare alle operationerne i den til rådighed værende tid bruges 2 eller flere traktorer.

### Beregningsforudsætninger

Udsæd, NPK-gødning og kalk: Ved alle jordbearbejdningsmetoder - men afhængig af afgrødevalg - anvendes ens mængder af disse indsatsfaktorer.

Kemikalier: Ved pløjefrie metoder påregnes ekstra indsats mod kvik, og for direkte såning endvidere en ekstra årlig sprøjtning mod ukrudt.

Diesel- og motorolie: Dieselforbruget er fastlagt ved hjælp af tilgængelige forsøgsresultater korrigeret til den aktuelle traktorstørrelse og belastningsgrad. Motorolieforbruget anslås til 0,35% af dieselolieforbruget.

Husleje og forsikring: Maskinernes størrelse og antal varierer og beslaglægger dermed forskelligt areal af maskinladen. Forrentning, afskrivning og vedligehold af en maskinlade sættes til 45 kr/m<sup>2</sup> pr. år. Traktorernes forsikringspræmie anslås til 4 ‰ og redskabernes præmie til 1 ‰ af købspris.

Vedligehold og reparation: Omkostningerne beregnes i forhold til de enkelte maskiners og traktorerers driftstimer, der multipliceres med en timesats, som afhænger af redskabstype. For traktorernes vedkommende udgør vedligeholdelsen et beløb svarende til traktorens købspris pr. 10.000 timer. Ved redskaberne bruges 30-180 procent af købsprisen på reparation og vedligehold pr. 1.000 drifttimer.

Forrentning og afskrivning: Omkostningerne beregnes som lige store årlige beløb over hver enkelt maskines levetid. Maskinernes levetid afhænger af den årlige benyttelse. Herudover er der for hver maskine anslået en maksimal levetid, som ikke

kan overskrides selvom maskinen benyttes meget lidt. Alle maskiner antages at have en scrapværdi på 10 % af købsprisen.

Maskinstation: En del af arbejdsopgaverne i høsten udføres af maskinstation. Det drejer sig om skårlægning, mejetærskning, snitning af rapshalm og halmpresning.

Arbejdsløn: Arbejdslønnen sættes som udgangspunkt til 75 kr/time ved alle arbejder. Arbejde udført ved maskinstation indgår naturligvis ikke i arbejdstiden.

### Investeringsbehov og arbejdsforbrug

Det viser sig, at bedrifterne på 20 ha altid kan klare arbejdet med en traktor af den mindste størrelse, som er 30 kW. Der vil desuden være en væsentlig overkapacitet for alle bearbejdningsmetoderne. Dette gør, at omkostningerne til forrentning og afskrivning af maskinerne bliver meget store for disse bedrifter.

Direkte såning og rotorharvesåning har så stor kapacitet, at udnyttelsen er dårlig også på 60 ha store bedrifter. Kun bedrifter med 180 ha kan opnå en acceptabel udnyttelse af disse maskiners kapacitet.

I nedenstående tabel er vist investeringsbeløb og arbejdsforbrug pr. ha for de forskellige bearbejdningsmetoder for bedrifter på 60 og 180 ha. Det bemærkes, at arbejdsforbruget er næsten konstant uanset bearbejdningsmetode. Det betyder, at arbejdsbehovet til behandlingerne både i og udenfor spidsbelastningsperioderne er næsten konstante uanset bearbejdningsmetode. Den eneste metode, der afviger væsentligt er direkte såning, hvor arbejdsforbruget er 2/3 af de øvrige metoders.

Investeringsbeløbet varierer betydeligt mere mellem metoderne. For lerjord (180 ha) er direkte såning billigst med 2800 kr/ha, mens kombisåning er den dyreste metode med 7600 kr/ha. På sandjord (180 ha) er stubkultivering med frasersåning billigst med 1500 kr/ha og dyrest er kombisåning med 3600 kr/ha.

De forskellige metoder kræver altså vidt forskelligt investeringsomfang. Dette giver også væsentlige forskelle til forrentning og afskrivning af maskinerne. I tabellen er angivet

det totale beløb til forrentning og afskrivning samt arbejds-løn for den traditionelle bearbejdning. For de andre metoder er afvigelsen i forhold til traditionel bearbejdning angivet.

Sandjord (Byg, raps, 2xrug)	Investering kr./ha.		Arbejdsti- mer pr. ha		Afskrivn.+ renter+løn	
Bedriftsstørrelse	60	180	60	180	60	180
Traditionel bearb.	3600	3400	6,3	2,6	860	580
Kombisåning	3700	3600	6,3	2,7	20	40
Kombiharvesåning	3700	3100	6,3	2,7	0	-20
Rotorharvesåning	--	--	-	-	-	-
Tallerkenharvning	4500	3100	5,0	2,4	0	-40
Stubkultivering	3200	1900	3,9	2,5	-220	-180
Fræsersåning	3200	2100	4,8	2,5	-160	-140
Stubk. m. fræsers.	3400	1500	3,9	3,0	-240	-160
Direkte såning	8300	2800	2,0	2,0	160	-120
Lerjord (Byg, raps, 2xhvede)						
Traditionel bearb.	7300	6900	4,2	3,0	1080	940
Kombisåning	7500	7600	4,3	2,8	40	80
Kombiharvesåning	7500	5500	4,2	3,2	0	-120
Rotorharvesåning	7400	5800	4,2	3,1	0	-80
Tallerkenharvning	5500	5200	4,5	2,9	-160	-180
Stubkultivering	4300	3400	4,1	3,0	-320	-360
Fræsersåning	5300	4400	4,1	2,8	-200	-260
Stubk. m. fræsers.	4300	3800	4,5	2,9	-300	-380
Direkte såning	8300	2800	2,2	1,7	-40	-500

Investeringsbehov, arbejdsforbrug samt omkostninger til kapital og arbejde.

Alle metoder undtagen kombisåning har lavere omkostninger til arbejds-løn og afskrivning og forrentning af maskinerne end traditionel bearbejdning. For direkte såning er der på lerjorden tale om mere end en halvering af omkostningerne. Når omkostninger til udsæd, gødning, kemikalier og reparation og vedligeholdelse af maskinerne medregnes udjævnes disse forskelle dog betydeligt.

#### Mindste-udbytter

Alle jordbearbejdningsmetodernes total-omkostninger er opgjort som vist i indtjeningsbidraget ovenfor. Ved hjælp af det beregnede omkostningsniveau kan det bestemmes, hvilket mindste-udbytte metoderne skal give, for at indtjeningsbidraget er lige så stort som ved traditionel jordbearbejdning. Re-

sultaterne af disse beregninger er vist i nedenstående tabel.

Bearbejdningsmetode	Vårbyg		Rug sandjord	Hvede lerjord
	sandjord	lerjord		
Traditionel bearb.	100	100	100	100
Kombisåning	103	100	-	-
Kombiharvesåning	100	99	100	99
Rotorharvesåning	-	101	-	100
Tallerkenharvning	102	101	97	98
Stubkultivering	100	97	94	93
Fræsersåning	104	103	96	94
Stubk. m. fræsers.	101	99	94	94
Direkte såning	98	97	98	94

Nødvendige mindste-udbytter i procent af udbyttet ved traditionel bearbejdning for bedrifter på 180 ha.

For vårafgrøderne er omkostningerne stort set ens uanset jordbearbejdningsmetode. De største udsving er på 3-4%. Stubkultivering er billigste metode. Kun direkte såning på store arealer er lige så billig. Dyreste metode er kombisåning og fræsersåning, der kræver et merudbytte på op til 4% for at give lige så stort indtjeningsbidrag som traditionel bearbejdning .

For vinterafgrøderne har de fleste metoder lavere omkostninger end traditionel bearbejdning. Især stubkultivering, fræsersåning, stubkultivering med fræsersåning og direkte såning (på store arealer) har lave omkostninger. Disse metoder kan acceptere et udbyttetab på 6-7% og alligevel have lige så god totaløkonomi som traditionel bearbejdning.

De pløjefri metoder er altså særlig interessante i forbindelse med dyrkning af vintersæd. Her er der kun kort tid fra marken er ryddet efter den foregående afgrøde til den næste afgrøde skal være sået. For at nå pløjningen i denne korte periode er det nødvendigt med store og dyre maskiner og traktorer.

#### Økonomisk rangorden

Danske forsøgserfaringer med reduceret jordbearbejdning giver en vis baggrund for at kunne forudse udbytterne under forskellige omstændigheder. Indregnes forsøgsudbytterne fås det helhedsindtryk, at den traditionelle jordbearbejdning er

ganske fornuftig. Den giver et godt udbytte i forhold til omkostningerne. Samtidig er det traditionelle maskinsystem fleksibelt, så der fra år til år kan ændres på afgrødevalg og bearbejdningsmåde efter behov.

Kombisåning er uovertruffen i vårsæd. Det skyldes 3-6 % merudbytte. Direkte såning er lønsom ved store arealer vinterhvede på lerjord, dog primært under forudsætning af, at der opnås et mer-udbytte på 5 procent. De øvrige jordbearbejdningsmetoder giver i det store hele samme eller ringere resultat end traditionel bearbejdning.

### Arbejdsløn og maskin-dimensionering

Der kan af flere årsager være forskel på de enkelte driftlederes krav til maskinparkens kapacitet i forhold til markarealet. Det viser sig imidlertid, at størrelsen af maskinkapaciteten ikke påvirker jordbearbejdningsmetodernes økonomiske rangorden.

Selvom der kan tjenes en timeløn på f.eks. 75 kr i anden beskæftigelse, kan det ikke betale sig at køre med større maskiner i marken end nødvendigt. De større maskiners arbejdsbesparelse kan ikke betale de ekstra omkostninger til afskrivning og forrentning. Under forudsætning af en timeløn på 75 kr mindskes den samlede indtjening med 1-300 kr/ha, såfremt der vælges en 66 % overmekanisering eller sikkerhedsmargin.

Tabet er endnu større, hvis den sparede tid i marken ikke medfører indtjening i anden beskæftigelse.

### Egne maskiner eller maskinstation

Især mindre bedrifter (her 20 ha) har anledning til at overveje fuld eller delvis maskinstationsdrift. Det viser sig dog, at hel eller delvis maskinstationsbedrift kun forbedrer de små bedrifters resultat i marken, såfremt jordbearbejdningsmetoden på grund af et enkelt redskab stiller krav om en stor traktor. I de tilfælde skal man lade maskinstationen foretage den særligt effektkrævende opgave. Det er f.eks. tilfældet ved direkte såning og rotorharvesåning.

Traktoren er en dyr grundenhed. Ønskes der ubetinget en

traktor på gården, så skal den også helst bruges. Den bedste løsning for en bedrift på 20 hektar vil bl.a. derfor ofte bestå i at selvmekanisere fuldt i jordbearbejdningen på grundlag af en traktor med 30 kW (40 hk). Jordbearbejdningen kan være traditionel, kombisåning og i hvede direkte såning. Denne konklusion gælder ved en alternativ timeløn på 75 kr og i særdeleshed, hvis timelønnen er nul.

Spørgsmålet om selvmekanisering kontra maskinstationsdrift vedrørende skårlægning, mejetærskning og halmpresning er ikke undersøgt.

### Energi-regnskab

Som et supplement til de økonomiske beregninger er der opstillet et energiregnskab for de forskellige bearbejdningsmetode. Regnskabet omfatter både det direkte og det indirekte energiforbrug.

Det direkte energiforbrug består dels af brændværdien i brændstof- og motorolie til traktorerne, dels af de energiforbrug, der er medgået til udvinding, raffinering og transport af olien.

De indirekte energiforbrug opstår under fremstilling og transport af markbrugets øvrige indsatsfaktorer, såsom maskiner, gødninger og kemikalier. Markbrugets indirekte energi-

Indsatsfaktor	Standard-energiindhold	MJ/ha	%
Udsæd	3-5 MJ/kg	754	5
Kvælstof-gødning	58,0 MJ/kg N	6380	44
Fosfor-gødning	19,0 MJ/kg P	380	3
Kalium-gødning	12,0 MJ/kg K	600	4
Kalk	1,0 MJ/kg	667	5
Kemikalier	260,0 MJ/kg v. stof	863	6
Afskrivning	2,0 MJ/kr	873	6
Reparation, vedligeh.	1,3 MJ/kr	390	3
Diesel- og motorolie	52,2 MJ/liter	2600	18
Bygninger (husleje)	9,4 MJ/m <sup>2</sup> pr. år	7	0
3 % korntørring	10,0 MJ/hkg pr. %	1020	7
Arbejde	0,0 MJ/time	0	0
Energiforbrug ialt for vårbyg på sandjord		14532	100

Standard-energiindhold og eksempel på energiregnskab.

forbrug er med andre ord summen af direkte forbrug i tidligere proces-led.

De reducerede jordbearbejdningsmetoder bruger stort set alle mindre brændstof pr. hektar end traditionel bearbejdning. Imidlertid er flere af metoderne forbundet med udbyttetab. Det viser sig dog, at brændstofforbruget pr. kg korn er tydeligt lavere ved reduceret jordbearbejdning.

Tager man det samlede direkte og indirekte energiforbrug i betragtning, så er der ikke forskel på metodernes energiforbrug pr. kg korn. Energiforbruget pr. kg korn er opgjort til omtrent 4 MJ og varierer med +/- 5 procent.

I tilfælde af prisstigning på energi har landbruget derfor reelt ingen mulighed for at opretholde indtjeningen og spare energi ved at reducere jordbearbejdningen.

#### Litteratur

Iversen, Kjeld Kryhmand og Arne Serup Møller, 1987: "Reduceret jordbehandling - driftsøkonomi og energieffektivitet", Rapport nr. 29, Statens jordbrugsøkonomiske Institut, København.

## ØKONOMISK VURDERING AV REDUSERT JORDARBEIDING I NORGE

### I n n l e d n i n g

Bruksstørrelse, valg av jordarbeidingsredskaper og bruken av dem, varierer innen vide grenser. Dette gjør det vanskelig med generelle økonomiske vurderinger. Dette innlegget, som bare er et diskusjonsgrunnlag, tar for seg en bestemt bruksstørrelse med åpenåkerdrift som krever tilnærmet ett årsverk.

### B e r e g n i n g s g r u n n l a g e t

Bruket har 30 hektar med middels godt arronderte skifter. Det dyrkes f. eks. korn, oljevekster og potet. Brukeren eier alle aktuelle maskiner. I beregningene vil en prøve å vurdere fem ulike jordarbeidingsystemer. En forutsetter at alle gir samme avling ved samme så-/settetid, og at utsatt våronn gir nedgang i avling. Alle maskiner er nye i 1988. En tar med bare de maskiner som ikke er felles for alle jordarbeidingsystemene, fordi en i dette tilfelle er interessert i bare differansene i årlige maskinkostnader. Av den grunn er f.eks. åkersprøyte og potetsetter utelatt.

Tabell 1 viser prisen på maskinene (uten m.v.a.) og hvilke maskiner som brukes ved de ulike jordarbeidingsystemene. Ved tradisjonell jordarbeiding har en valgt stubbkultivator, som er vanlig i Norge, mens en ved "plogfri" dyrking valgte skålharv. Med den står en friere med halmrestene på arealer som hadde korn året før. For de to systemene som er betegnet "vårharving" forutsetter en at åkeren er kuttet lavt under skurtreskingen og at halmen er fjernet eller brent - helst om høsten. Etter potet



Tabell 1. Nyverdi 1988 av aktuelle traktorer og jordarbeidingsredskaper ved fem ulike jordarbeidingsystemer i Nkr 1000.

Traktor MF, HK(ant. drivhjul.)	Tradi-	Vårharving		Direkte-	
	sjonell	Plogfri	Kombi	Enkel såing	
	68 (4)	58 (4)	58 (2)	50 (2)	68 (4)
Traktor	213	200	180	155	213
Stubbharv, 2,5 m	16				
Skålharv, 3 m		27			
Vendeplog, 3 x 14"	50				
Slodd, 3,5 m	10	10			
Kultivator, 3,6 m	18	18	18		
Gjødselharv, 3,15 m				25	
Såmaskin, 3 m				21	
Kombisåmaskin, 2,5 m	43	43	43		
MF 130, 2,65 m					130
Trommel, 4,2 m	20	20	20	20	
	370	318	261	221	343

er ikke planterestene noe problem. Vi har erfaring for at en tur med kultivator før kombisåing, eller en tur med gjødselharv før såing kan gi gunstige vekstvilkår, selv om systemet ser noe enkelt ut. I samråd med teknisk sakkyndige har en valgt fire ulike traktorstørrelser. Den største, 68 HK og 4-hjuls trekk, ved direktesåing og tradisjonell jordarbeiding og den minste, 50 HK med bare bakhjulstrekk ved det "enkle" vårharvingssystemet. Trekkraftkapasiteten dekker bakket terreng, som er vanlig i Norge.

Tabell 2. Tidsforbruk i timer på 30 hektar for de ulike jordarbeidinger og fem jordarbeidingssystemer. Antall turer i parentes, ellers en tur.

	Timer/ha (e. Riley)	Tradi- sjonell	Plogfri	Vårharving Kombi	Enkel	Direkte- såing
Stubbharve	1,0	60 (2)	60 (2)			
Pløye	2,5	75				
Sum høst		135	60			
Slodde	0,8	48 (2)	24			
Harve	0,5	15	15	15		
Gjødselharve	0,9				27	
Så	0,9				27	
Kombi	1,3	39	39	39		
MF 130	1,3					39
Tromle	0,5	15	15	15	15	
Glyfosatspr.	0,3			3	3	3
Sum vår		117	93	72	72	42
Ant. dager á 8 timer		14,6	11,6	9	9	5,3

Ved beregninger av tidsforbruket har en i alt vesentlig brukt resultatene av målinger utført av Riley på Kise i 1980 og 1981 (tabell 2). Tidsforbruket er ikke justert i forhold til traktorstørrelsene da en mener at de har både krefter og effekt nok for de valgte redskaper og jordarbeidingssystemer. Ved tradisjonell jordarbeiding tar våronna tilnærmet 15 arbeidsdager á 8 timer. Så mange våronndager innen utgangen av mai er det ikke i alle år (Riley). Av denne grunn vil de fleste gårder i Norge ha en eldre tilleggstraktor til bruk i den mest hektiske del av våronna. På

morenejord vil våronna bli heftet av steinkjøring, noe som øker behovet for tilleggstraktor. Ved redusert jordarbeiding blir steinproblemene mindre, og tidsforbruket ved vårjordarbeiding mindre. Dette minsker kravet til tilleggstraktor, samtidig som våronna avsluttes tidligere, med sjanse for større avling. Ved direktesåing/setting vil våronna være unnagjort på under ei uke med godvær og litt lange dager.

Tabell 3. Energibehov, liter diesel, ved de ulike jordarbeidinger for fem jordarbeidingssystemer.

	l/ha (Riley)	Tradi- sjonell	Plogfri	Vårharving Kombi	Enkel	Direkte- såing
Stubbharve	8,0	480	480			
Pløye	16,3	489				
Slodde	5,3	318	159			
Harve	3,7	222	111	111		
Gjødselharve	3,2				96	
Så	2,6				78	
Kombiså	4,0	120	120	120		
MF130	6,0					180
Tromle	1,7	51	51	51	51	
Sprøyte	1,5			15	15	15
Sum liter		1680	921	297	240	195

Energibehovet varierer betydelig mellom jordarbeidingssystemene (tabell 3). Stubbharving og pløying er mest energikrevende.

## R e s u l t a t

Med de forutsetninger som er skissert foran kan en beregne differansen i årlige kostnader mellom jordarbeidingsystemene på dette bruket. For enkelhets skyld tas traktorkostnadene med i sin helhet, selv om traktoren også brukes til andre gjøremål. Dette fordi det ikke har virkning på differansen. Traktor- og maskinkostandene er tre-delt; avskrivning, renter og vedlikehold. Avskrivningen er satt til 9% av nyverdien, mens renter og vedlikehold er satt til henholdsvis 7% og 5% av halvparten av 9/10 av nyverdien. Dette gir en årlig kostnad på 14,4% av nyverdien. Prisen på diesel er to kroner literen og lønna til traktorføreren hundre kroner timen.

Tabell 4. Årlige kostnader til jordarbeiding ved fem jordarbeidingsystemer. Bare de aktuelle maskiner ved hvert system.

	Tradi- sjonell	Plogfri	Vårharving		Direkte- såing
			Kombi	Enkel	
Traktor	30672	28800	25920	22320	30672
Maskiner	22608	16992	11664	9504	18720
Diesel	3360	1842	594	480	390
Lønn	25200	15300	7200	7200	4200
Sum	81840	62934	45378	39504	53982

Tabell 4 viser utgiftene i forbindelse med jordarbeiding når en bare tar hensyn til de aktuelle redskaper ved de ulike systemene. Ved plogfri dyrking er utgiftene redusert med nesten 20000 kroner og det dobbelte ved enklest mulig jordarbeiding. Direktesåing ligger også godt an.

Det er imidlertid få brukere som kan tenke seg et så forenklet jordbruk. De fleste vil ha alle aktuelle redskaper og prøve seg med redusert jordarbeiding på deler av eiendommen.

Tabell 5. Arlige kostnader til jordarbeiding ved fem jordarbeidingssystemer. Bruket har alle maskiner ved tradisjonell jordarbeiding og 68 HK firehjulstrekk traktor. MF 130 bare ved direktesåing. Halve arealet dyrkes tradisjonelt, andre halve redusert.

	Tradi-	Plogfri	Vårharving		Direkte- såing
	sjonell		Kombi	Enkel	
Traktor	30672	30672	30672	30672	30672
Maskiner	33120	33120	33120	33120	51840
Diesel	3360	2601	1977	1920	1875
Lønn	25200	20250	16200	16200	14700
	92352	86643	81969	81912	99087

I tabell 5 er ført opp utgiftene i forbindelse med jordarbeiding når halve eiendommen får redusert jordarbeiding. I dette tilfellet er gevinsten ved redusert jordarbeiding betydelig mindre. Ved direktesåing har utgiftene økt på grunn av stor økning i maskinkostnader.

Som før nevnt vil avlinga gå ned ved utsatt våronn. Dette må vi ta hensyn til ved redusert jordarbeiding. Her skal en bruke modellberegningene av Riley som viser avlingsøkningen ved tidligere avsluttet våronn. I vårt tilfelle vil avlinga øke med tilnærmet 2% ved 'plogfri' dyrking, 4% ved 'vårharving' og 6% ved 'direktesåing'. Ved å bruke kr. 2,50 pr. kg korn, et avlingsnivå på 4 tonn pr. hektar og kr. 250 pr. hektar for glyfosat (brukt hvert 3. år), får vi følgende innsparing ved redusert jord-

arbeiding for de to tilfeller av maskinkapasitet som er skissert foran:

Innkjøpte maskiner	Plogfri	Vårharving (I og II)	Direkte- såing
Bare de aktuelle	830	1463	1279
Alle (MF130 bare ved direkte- såing)	290	422	- 50

I dette tilfellet ble utgiftene økt ved bruk av direktesåmaskin på halve arealet. Alle de andre beregnede eksempler på redusert jordarbeiding ga bedre økonomisk utbytte enn tradisjonell jordarbeiding.

### D i s k u s j o n

Ved økonomiske beregninger må en bruke forutsetninger som er sterkt variable. Dette gjør slike beregninger subjektive. Dette er også tilfelle i mitt innlegg. Jeg har f.eks. forutsatt lik avling ved samme våronntid uansett jordarbeiding. Ikke alle er enige i det. Valg av traktor og redskaper og bruken av dem er også subjektivt bestemt. Forenkling av maskinparken bidrar til å øke innsparingen ved redusert jordarbeiding når brukeren har bare de aktuelle maskiner (tabell 4), men ikke når brukeren har alle maskiner (tabell 5). I disse beregninger har jeg brukt 1988-priser. Dette påvirker beregningene lite i det tilfellet brukeren har bare de aktuelle maskiner og ikke i det hele tatt når brukeren har alle maskiner innkjøpt (- MF130).

Redusert jordarbeiding på deler av arealet er trolig mest realistisk. Den økonomiske framgang er da betinget av redusert tidsforbruk med tidligere avsluttet våronn, større avling, og

mindre energiforbruk. Maskinslitasjen blir også mindre. Betydningen av innspart lønn til traktorfører kan diskuteres da det er ulike muligheter til å heve lønn fra andre kilder for brukeren.

Det har vært kjent i noen år at redusert jordarbeiding kan gi tilfredsstillende utbytte. På tross av dette har ikke metoden fått noe særlig utbredelse. Det er et eller annet som gjør bonden betenkt og usikker. Bl.a. må ugraset og planterester fra forrige års avling håndteres på en annen måte og en bør muligens ta mer hensyn til et fornuftig omløp. Den mentale omstillingen som må til, og muligheten for å mislykkes er også viktige faktorer. Det er klart at det kreves større dyktighet av brukeren for å lykkes med redusert enn med tradisjonell jordarbeiding. Selv er jeg ganske overbevist om at det er økonomisk forsvarlig med en mindre jordarbeidingsinnsats enn det som er vanlig i dag.

## SAMMENFATTENDE BETRAGTNINGER SAMT PÅPEGNING AF FORSKNINGSBEHOV

I seminaret er behandlet mange delemner, som tilsammen udgør en helhed. Gennem 27 foredrag er præsenteret og diskuteret den nyeste forskning vedrørende reduceret jordbearbejdning i de nordiske lande. Hovedoverskrifterne udgør et meget kortfattet resumé.

Af de mange indlæg fremgår, at 20 års omfattende forskning og markforsøg ikke har ført til stor udbredelse i praktisk jordbrug. Der er et eller andet, som gør bonden betænkelig og usikker over for reduceret jordbearbejdning. Men forskningen i de nordiske lande har givet betydelig ny viden om jordbearbejdning og dens indflydelse på jord og udbytte.

Reduceret jordbearbejdning fører ofte til lidt lavere udbytte og større svingninger i udbyttet fra år til år. Dette gælder specielt for vårsædsafgrøder, hvilket er dokumenteret af udbyttmålinger fra ca. 2000 enkeltforsøg.

Reduceret bearbejdning har ofte en positiv effekt på jorden målt på aggregatstabilitet og på regnorme m.v. Normalt måles også en positiv effekt på miljøet. Erosion i form af overfladeafstrømning af jordpartikler og næringsstoffer reduceres. Reduceret bearbejdning kan også medvirke til formindsket udvaskning af kvælstof.

Reduceret jordbearbejdning giver en tydelig besparelse i brændstof og arbejdskraft, men forudsætter som regel større investering i specialredskaber. Den reducerede behandling kan øge ukrudtsproblemet og dermed behovet for højere kemikalieforbrug.

### F o r s k n i n g s b e h o v

Med det fugtige klima og den ofte våde jord er der normalt et behov for løsning af jordoverfladen. Hovedproblemet er, at de stadig større og tungere høstredskaber og transportvogne giver en uheldig pakning af jorden. Dette kræver løsning, som bedst sker gennem pløjning.

Hvis man kan gennemføre en dyrkning med mindre belastning og færre overkørsler af marker, er der mindre behov for dyb og hyppig jordbearbejdning. Derfor er kombi-redskabssystemer et skridt i den rigtige udvikling, idet antal kørsler og arbejdsbehov kan reduceres. I forskning og forsøg vil vi fortsat interessere os for pløjefri dyrkning og direkte såning.



Forskningens målsætning er

- at udvikle og tilpasse arbejdsbesparende og økonomiske maskin-systemer,
- at udvikle miljøvenlige dyrkningsmetoder, der beskytter og gerne forbedrer marken som dyrkningsmedium,
- at udvikle og afprøve systemer, der sikrer stabil planteproduktion af høj kvalitet,
- at mindske færdsel og jordpakning.

Forskning og forsøg giver ny viden om årsagssammenhænge for en lang række delproblemer. Gennem øget viden skabes baggrund for udvikling og tilpasning af pløjefri eller reduceret jordbearbejdning under nordiske forhold.

POSTERUDSTILLERE:

Annette Andersen            Regnorme uddrevet med strøm i forsøg med pløjning og direkte såning

Bo Thunholm                Temperatur och vattenhalt vid reducerad jordbearbetning

MEDVIRKENDE VED EKSKURSION TIL SjF, Bygholm:

Villy Nielsen                Direkte såning og brændstofmåling

Krister Persson             Plove, specielt vendepløve

Lars Sømosegaard          Väderstadt direkte såmaskine

ADRESSLISTA TILL FÖRFATTARNA I DENNA RAPPORT.

Aura, Erkki	Avdelningen för agrikulturkemi och -fysik, Lantbrukets Forskningscentral, 31600 Jokioinen, Finland
Bakken, Lars	Mikrobiologisk Institut, Boks 40, 1432 Ås - NLH, Norge
Børresen, Trond	Institut for jordfag, Boks 28, 1432 Ås - NLH, Norge
Cedell, Torsten	Frö- och Öljevåxtodlarna, Box 9084, 291 09 Kristianstad, Sverige
Danfors, Birger	Jordbrukstekniska Institutet, Box 7033, 750 07 Uppsala, Sverige
Djurhuus, Jørgen	Statens Forsøgsstation, Flensborgvej 22, Jyndevad, 6360 Tinglev, Danmark
Eiland, Finn	Statens Planteavlslaboratorium, Lottenvej 24, 2800 Lyngby, Danmark
Ekeberg, Egil	Statens Forsøgsstation Kise, 2350 Nes på Hedmark, Norge
Elonen, Paavo	Avdelningen för agrikulturkemi och -fysik, Lantbrukets Forskningscentral, 31600 Jokioinen, Finland
Hansen, Lorens	Statens Forsøgsstation, Flensborgvej 22, Jyndevad, 6360 Tinglev, Danmark
Haukka, Jari	Avdelningen för skadedjur, Lantbrukets Forskningscentral, 31600 Jokioinen, Finland
Henriksson, Lennart	Institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Box 7014, 750 07 Uppsala, Sverige
Jensen, Arne	Plantevaernscentret, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby, Danmark
Mikkola, Hannu	Vakola, PPA 1, 03400 Vihti, Finland
Møller, Arne S.	De danske Landboforeninger, Axelborg, Vesterbrogade 4A, 1620 København V, Danmark
Nielsen, Villy	Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm, 8700 Horsens, Danmark
Njøs, Arnor	Institut for jordfag, Boks 28, 1432 Ås - NLH Norge

Olofsson, Stina	Institutionen för växtodling, Sveriges Lantbruksuniversitet Box 7043, 750 07 Uppsala, Sverige
Pehkonen, Aarne	Institutionen för Lantbruksteknologi, Helsingfors Universitet, Viikki F, 00710 Helsingfors, Finland
Rasmussen, Karl J.	Statens Forsøgsstation, Flensborgvej 22, Jydevad, 6360 Tinglev, Danmark
Riley, Hugh	Statens Forskingsstation Kise, 2350 Nes på Hedmark, Norge
Rydberg, Tomas	Institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Box 7014, 750 07 Uppsala, Sverige
Schjønning, Per	Statens Forsøgsstation, Flensborgvej 22, Jydevad, 6360 Tinglev, Danmark
Simmelsgaard, Svend E.	Statens Forsøgsstation, Flensborgvej 22, Jydevad, 6360 Tinglev, Danmark
Thorup, Søren	Rosenvaenget 9, 4261 Dalmore, Danmark
Wallgren, Bengt	Institutionen för växtodling, Sveriges Lantbruksuniversitet, Box 7043, 750 07 Uppsala, Sverige

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

- | NR | ÅR   |  |
|----|------|--|
| 52 | 1977 | Arne Ljungars: Olika faktorerers betydelse för traktorernas jordpackningsverkan. Mätningar 1974-1976. 43 s.<br><i>Importance of different factors on soil compaction by tractors. Measurements in 1974-1976. 43 p.</i>   |
| 53 | 1977 | Inge Håkansson & József von Polgár: Modellförsök med såbäd-<br>dens funktion. II. Försök med skiktade och oskiktade såbäd-<br>dar. 22 s.<br><i>Model experiments into the function of the seedbed. II.</i><br><i>Experiments with stratified and unstratified seedbeds. 22p.</i>       |
| 54 | 1978 | Ulf Olsson: Harvens konstruktion och harvningens utförande -<br>inverkan på bearbetningsresultatet. 28 s.<br><i>Influence of harrow construction and harrowing on the till-<br/>age result. 28 p.</i>  |
| 55 | 1978 | Olle Wallbom & Kjell Wretler: Förekomsten av några viktiga<br>växtskadegörare vid plöjningsfri odling. 29 s.<br><i>Occurrence of some important plant diseases on ploughless<br/>cereal cropping. 29 p.</i>  |
| 56 | 1978 | Åke Huhtapalo: Kombisådd av kväve och fosfor till vårsäd.<br>27 s.<br><i>Combi-drilling of nitrogen and phosphorus with spring cere-<br/>als. 27 p.</i>  |
| 57 | 1979 | Inge Håkansson: Försök med jordpackning vid hög axelbelast-<br>ning. Markundersökningar 1-2 år efter försökens anläggande.<br>15 s.<br><i>Experiments with soil compaction at high axle load. Soil<br/>investigations 1-2 years after the experimental compaction.</i><br><i>15 p.</i> |
| 58 | 1979 | Inge Håkansson & József von Polgár: Modellförsök med såbäd-<br>dens funktion. III. Försök med syrebrist i såbädden. 17 s.<br><i>Model experiments into the function of the seedbed. III.</i><br><i>Experiments with oxygen deficiency in the seedbed. 17 p.</i>                        |
| 59 | 1980 | Tomas Rydberg: Storparcellförsök med plöjningsfri odling,<br>1976-78. 21 s.<br><i>Big-plot experiments with ploughless farming, 1976-78. 21 p</i>  |
| 60 | 1980 | Working group on soil compaction by vehicles with high axle<br>load. Report of meeting in Uppsala 1980. 56 p.  |
| 61 | 1981 | Behovet av forskning och försök inom mark-teknikområdet. En<br>inventering utförd av samarbetskommittén för mark-teknik vid<br>Sveriges Lantbruksuniversitetets Lantbruksvetenskapliga fakul-<br>tet. Sekreterare: Lennart Henriksson. 46 s.   |
| 62 | 1981 | Skördevariationerna i växtodlingen - orsaker och motåtgärder<br>Seminarium anordnat av Samarbetskommittén för Mark-Teknik på<br>Ultuna 1981-04-09. 64 s.   |

- 63 1981 Nils M. Nilsson: Plöjningsdjup och tiltbredder vid höstplöjning. 30 s.  
*Ploughing depths and widths of furrow slice in autumn's ploughing. 30 p.*
- 64 1982 Jan Cederlund: Kombinerad bearbetning och sådd (harvsådd). Examensarbete. 54 s.
- 65 1983 Göran Kritz: Såbäddar för vårstråsådd. En stickprovsundersökning. 187 s.  
*Physical conditions in cereal seedbeds. A sampling investigation in Swedish spring-sown fields. 187 p.*
- 66 1983 N.M. Nilsson: Höst- eller vårplöjning till vårsådd på kapillära jordar. Resultat från 12 fältförsök åren 1971-75. 57 s.  
*Autumn- or spring ploughing before spring sowing on capillary soils. Results from 12 field trials during 1971-1975. 57 p.*
- 67 1984 Berth Mårtensson: Harvsådd - Preliminära försöksresultat 1979-83. 20 s.  
*Once-over sowing - Preliminary results of trials 1979-1983. 20 p.*
- 68 1984 Mats Edh: BANDSÅDD - en studie av olika billar för bandsådd. Examensarbete. 44 s.
- 69 1984 József von Polgár: Vältning efter vårsådd. 16 s.  
*Rolling after spring sowing. 16 p.*
- 70 1986 Tomas Rydberg: Markfysikaliska och markkemiska effekter av plöjningsfri odling i Sverige. 35 s.  
*Effects of ploughless tillage on soil physical and soil chemical properties in Sweden. 35 p.*
- 71 1986 Jordpackning: Skördepåverkan - Motåtgärder - Ekonomi. Rapport från NJF-seminarium i Sigtuna 28-30 oktober 1986. 187 s.  
*Soil compaction: Effects - Counter-measures - Economy. 187 p*
- 72 1986 Bo Thunholm. Termiska egenskaper i åkermark skattade på grundval av den årliga temperaturvariationen. 18 s.  
*Thermal properties of the subsoil estimated from annual temperature variations. 18 p.*
- 73 1987 Lennart Henriksson: Försök med olika harvar 1977-1985. 32 s.  
*Field trials with different harrows 1977-1985. 32 p.*
- 74 1987 Tomas Rydberg & Torbjörn Öckerman: Plöjningsfri odling - Dess inverkan på rotutveckling och evaporation. 52 s.  
*The effects of ploughless tillage on root development and evaporation. 52 p.*
- 75 1987 Hans Svensson: Jordpackningens inverkan på sockerbetans rotutveckling och skördens storlek. 31 s.  
*Effects of soil compaction on root development and yield of sugar beets. 31 p.*

- 76 1987 Tomas Rydberg: Studier i plöjningsfri odling i Sverige  
1975-1986. 53 s.  
*Studies in ploughless tillage in Sweden 1975-1986. 53 p.*
- 77 1988 Reduceret jordbearbejdning. Rapport från NJF-seminarium i  
Horsens, Danmark 9-11 februari 1988. 240 s.  
*Reduced cultivation. 240 p.*

