

INSTITUTT FOR JORDKULTUR
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
1432 ÅS-NLH

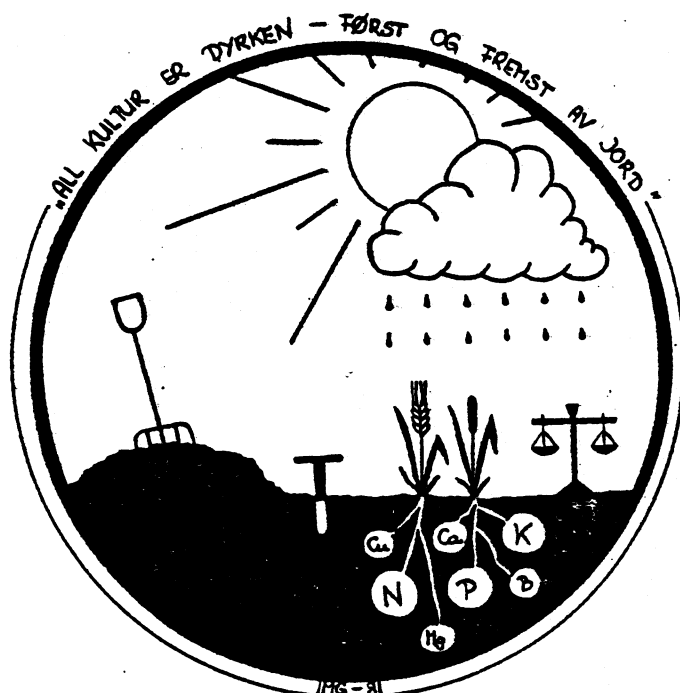
SERIE B 1/82

JORDARBEIDING AV MINERALJORD

AV

ARNOR NJØS

FOREDRAG UNDER INFORMASJONSMØTE OM
DYRKAJORDAS KULTURTILSTAND
NLH 18.-19. NOVEMBER 1982
DET NORSKE JORD- OG MYRSELSKAP 1902-1982
SÆRTRYKK, AKTUELT FRA SFFL NR 6/1982



DEPARTMENT OF SOIL FERTILITY AND MANAGEMENT
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF NORWAY
N-1432 ÅS-NLH, NORWAY

Innhold	side
A. Innledning	65
B. Formålet med jordarbeiding	"
C. Soneinndeling av jorda	66
D. Såbedet	67
1. Ytterlaget	
2. Spirelaget = frødekkingslaget	
3. Strukturherding med tid	
4. Den første arbeidsgangen	
5. Såbunnen	
E. Øvre rotsone	72
F. Nedre rotsone	"
G. Jordarbeidingssystemer	73
1. Noen norske resultater fra eldre jordarbeidingsforsøk	
2. Plogfri jordarbeiding	
H. Nedmolding av husdyrgjødsel	78
I. Erosjon	"
J. Sluttmerknader	79
K. Litteratur	80

Professor Arnor Njøs
Institutt for jordkultur
NLH

JORDARBEIDING AV MINERALJORD

A. Innledning

Jordarbeiding er én av mange faktorer som påvirker planteproduksjonen. I vekster som gran og furu er det et innslag av jordarbeiding én gang i løpet av en periode på 50-80 år. I flerårig eng er det jordarbeiding bare i anleggsåret, mens engperioden kan vare 2-10 år. Det er bare i åkervekster, som korn, oljevekster, rotvekster, poteter og mange grønnsaker at jordarbeiding blir utført hvert år.

Det systemet vi arbeider med, omfatter klima - terreng - jord - dyrkingsteknikk - planter. I dyrkingsteknikken inngår jordarbeiding.

I dette foredraget vil det bli lagt særlig vekt på tillaging av såbedet. Men i tillegg vil vi komme inn på ulike jordarbeidingssystemer og deres virkning på avlinger og flerårige ugras. Vi vil så vidt også berøre nedmolding av husdyrgjødsel og erosjon.

B. Formålet med jordarbeiding

Troeh, Hobbs og Donahue (1980) hevdet at det er tre mål for jordarbeiding

1. Tillaging av såbed og rotbed
2. Ugraskontroll
3. Istandsetting av jordoverflaten for å øke inntaket av vann og få kontroll med erosjon.

Tillaging av såbed er en hjelp i starten til planter som ellers ville ha vanskelig for å etablere seg. Dette kan oppnås ved å gjøre klart det øvre jordlaget til å ta imot frø eller småplanter. Det vesentlige er å sikre en fullstendig spiring og en tidlig vekst og dekking av overflaten.

Tillaging av rotbedet går ut på å fjerne hindringer for vekst og utvikling. En gjennomveving av jorda med røtter både i side og dybde sikrer opptak av vann og næringsstoffer. Dermed er forholdene lagt til rette for utnytting av solenergien gjennom fotosyntesen.

Ugraset konkurrerer med kulturplantene om vann, næringsstoffer, lys og plass. Motarbeiding av ugras er derfor en hjelp til å øke konkurranseevnen for kulturplantene. Også kontroll av sykdommer og skadedyr øker konkurranseevnen.

Vern mot vannerosjon går ut på å skape forhold i grensesonen jord-atmosfære som sikrer inntak (infiltrasjon) av vann eller kontrollert overflateavrenning. Men selv om grensesonen er viktig, betyr forholdene lenger nede i profilet like mye. For vinderosjon er derimot forholdene i overflaten helt avgjørende for jordtapet.

C. Soneinndeling av jorda

Sett fra plantenes synspunkt er jorda bolig og arbeidsplass for røttene, samt lager og transportvei for vann, varme, luft og næringsstoffer. Det kan være praktisk å dele et jordprofil i tre soner:

Såbed

- 1) ytterlag = grensesone jord-atmosfære
- 2) spirelag = frødekkingslag

Øvre rotsone

Nedre rotsone

Ytterlaget er inntaks-, utslipps- og fordeleranlegg for vann, varme, luft og næringsstoffer og må, enten det er ønskelig eller ikke, fungere som kjørebane.

Spirelaget=frødekkingslaget er transportvei for vann, varme, luft og næring og til en viss grad komposteringsanlegg for organis. materiale. Dette er en slags spebarnsklinikk, hvor både de overjordiske og underjordiske delene av planten starter veksten. Bunnen i dette laget skal være fast og fuktig.

Den øvre rotsonen omfatter lager fra såbunnen til bunnen av matjorda. Den er lager og transportvei for vann, varme, luft og

næringsstoffer, er bærelag for maskiner og ankerfeste for plantene komposteringsanlegg for plante- og dyrerester, samt filter. Det er her vi finner storparten av kronrøttene til kornplantene, samt lagringsorganer for rotvekstene. Det bør være god forsyning av lett opptakbare næringsstoffer i dette laget.

Den nedre rotsonen strekker seg fra bunnen av matjordlaget til ca 1 m dybde. Dette laget er først og fremst vannlager.

D. Såbedet

1) Ytterlaget = grensesonen jord-atmosfære

Det er særlig viktig at denne sonen er åpen, slik at nedbøren kan trenge ned i jorda og at brukt luft kan skiftes ut. Men samtidig er det ønskelig at fordampingen er liten når det er underskudd på nedbør i deler av veksttida. I perioden 1900-1920 ble det lagt vekt på at det kunne være en stor tilførsel av kapillært vann til jordoverflaten. Tilførselen kunne stoppes ved stadig jordarbeiding. King (1910) viste at et løst, tørt, fint jordlag kunne sette ned fordampingen fra jordsøyler i laboratoriet. Disse resultatene ble brukt i veiledningstjenesten i bl a de tørre områdene i USA og er vel en av de styggeste eksemplene på feilaktig overføring av resultater fra laboratoriet til marka. Rådet var nemlig at jorda måtte arbeides mye og ofte for å få til dette løslaget.

Heinonen (1979) nevner fem grunner til at "løslags-teorien" ikke holder.

- a. Det er svært uvanlig med varig tilførsel fra et høgtliggende grunnvannsspeil
- b. Mesteparten av fordampingstapet skjer mens jorda er for våt til å utføre jordarbeiding
- c. Den første virkningen av jordarbeiding kan være økt fordampingstap
- d. Under senere deler av opptørkingsforløpet vil fordampings-tapet henge sammen med gassvekslingen i jorda. Da vil fordampingstapet øke med jordarbeiding
- e. Det er svært vanskelig å lage tilstrekkelig fine aggregater med jordarbeiding til å hindre fordamping.

Egne undersøkelser (Njøs 1971) med rammeforsøk på leirjord viste at uttørkingen om forsommeren avtok i følgende serie for et 3 cm topplag med ulike aggregatstørrelser: >20 mm, 20-6 mm, < 0,6 mm, 6-0,6 mm. Det var altså minst fordamping fra aggregater av størrelse 0,6-6 mm. Hvis aggregatene er større enn 5-10 mm øker fordampingen på grunn av vindtransport. Det er ønskelig at selve ytterlaget kan tørke raskt opp etter regn, ta imot en større regnskur uten å tette seg til, og være så grovt at vinden ikke kan transportere aggregatene. Alt i alt peker dette i retning av at ytterlaget bør være litt grovere enn resten av såbedet.

2) Spirelaget=frødekkingslaget

Vi vil her definere spirelaget som det laget frøet er plassert i. Vi vil regne at ytterlaget er øvre del av såbedet, at spirelaget er nedre del og at frøet hviler på såbunnen. Når det gjelder smått frø vil hele såbedet bli ganske tynt og det vil være vanskelig å skille mellom ytterlag og spirelag. I tabell 1 er vist relativ dato for spiring og skyting (0 betyr tidligste tidspunkt) samt lett opptakbart vann og luft i karforsøk ved Institutt for jordkultur.

Tabell 1. Lett opptakbart vann (V1) i mm, vol% luft ved kar-kapasitet (Lp) og relativ dato for spiring og skyting
+ = forsinkelse

Prosent aggregater av ulik størrelse	V1 mm	Lp %	Relativ dato spiring skyting	
50%>20mm + 50% 20-6mm	30	20	0	+ 2
50%>6mm, 50%<6mm	26	7	+7	+ 3
33%6-2mm, 33%2-0,6mm, 33%<0,6mm	28	10	+2	0
100%>20mm	34	33	+4	+11
100% 20-6mm	36	31	+1	+ 6
100% 6-2mm	42	28	0	0
100% 2-0,6mm	52	21	0	+ 1
100%<0,6mm	38	16	+9	+19

Lett opptakbart vann svarer her til vann bundet mellom sug 0,02 bar (0,2 m v.s.) og 1,0 bar (10 m v.s.) eller porestørrelser 150 μ m til 3 μ m. Her ser det altså ut til at en ideell aggre-

gatstørrelse har vært fraksjonene 6-2 mm og 2-0,6 mm, eller en jamn blanding av fraksjonen 6-2, 2-0,6 og <0,6 mm. Se forøvrig Njøs (1971). I marka, der det er påkjenninger på topplaget i form av hardt regn, sterk uttørking og trafikk, kan det være en fordel med et grovere ytterlag enn i dette forsøket. Köller (1979) fant ikke noen klar sammenheng mellom aggregatstørrelse og antall planter pr m² i alle år. Av tre år var det ett år som ga stor sammenheng mellom antall planter og aggregatstørrelse. Da var korrelasjonen negativ og 72% av variasjonen i plantetall kunne oppklares ved hjelp av variasjonene i aggregatstørrelse. Köller sier ellers at variasjonen mellom år er svært stor, og at forholdene fra spiring til høsting kan jevne ut forskjeller i spirefasen.

I det nevnte karforsøket ble mengden av aggregater større enn 20 mm bestemt etter to vekstsesonger og en mellomliggende vinter. For de tre blandingene er resultatene vist i tabell 2.

Tabell 2. Aggregater større enn 20 mm i prosent ved start og slutt av forsøket i tabell 1

Start	Slutt	
	Uttørking 1 bar	Uttørking 15 bar
50	38	40
25	37	27
0	37	20

De to vanningsmåtene som ble brukt, var ulike når det gjaldt uttørking. Det ene forsøksleddet ble vannet etter at det lett opptakbare vannet var brukt opp (uttørking til 1 bar). Det andre ble vannet når alt nyttbart vann var brukt opp (uttørking til 15 bar). Som vi ser av resultatene, var forskjellen i klumpmengde jamnet ut der jorda stadig hadde vært nokså fuktig. Utjamningen var mye mindre der jorda tørket ut sterkere mellom vanningene.

For leirjord har Kritz (1976) vist at det stort sett ikke var tilbake plantenyttbart vann i de øvre 3 cm av såbedet etter såing. I jord med lågt leirinnhold var det større innhold av nyttbart vann etter såing.

Jordfuktigheten ved arbeiding spiller en betydelig rolle for resultatet av jordarbeidinga. I forsøk med jordpakking (Njøs 1976) var det en langt grovere struktur i såbedet etter jordarbeiding i våt enn i smuldringstørr jord, som vist i tabell 3.

Tabell 3. Aggregater større enn 6 mm i jordpakkingsforsøk på lettleire, 0-5 cm dybde.

Behandling	År	Aggregater > 6mm %
Våt jordarbeiding	1962-74 (13 år)	49
Våt jordpakking	"	60
Smuldringstørr jordarbeiding	"	37
Smuldringstørr jordpakking	"	35
Middel av behandlinger 1962		72
Middel av behandlinger 1974		22

Disse tallene viser at:

- a) pakking og jordarbeiding i våt tilstand har økt grovheten av såbedet
- b) årsvariasjonen er svært stor. Forskjellen i prosent grove aggregater mellom 1962 og 1974 var hele 50 prosentenheter. Året 1974 var et år da telen gikk opp nedenfra, og det var tørt vær fra snøsmelting til våronna var ferdig. I 1962 var det en svært våt vår.

3) Strukturherding med tid

Den strukturen en får ved en viss prosess har en tendens til å stabilisere seg med tid, uavhengig av fuktighetsforhold, som vist av Blake & Gilman (1970) og Arya & Blake (1972). Hvis vi har oppnådd en gunstig aggregatstruktur ved jordarbeiding, vil denne strukturen stabilisere seg, men kommer det hardt regn like etterpå, kan ytterlaget bli slemmet til, og det blir skorpe. Ved kraftig og langvarig regn kan hele såbedet få en tett struktur. I slutten av 1970-årene har det vært flere tilfelle av hardt regn like etter jordarbeiding/såing i første halvdel av mai både på Østlandet og i Trøndelag. Nesten uten unntak har jorda tetnet til, og spiringsforholdene har blitt vanskelige. Det er særlig de første 12 timene etter jordarbeiding/såing som

er avgjørende for hva som skjer med strukturen, men herdingen fortsetter de første to døgn. Som en hovedregel kan en derfor si at hvis det truer med regn, bør en i hvert fall ikke tromle. Om en skal så, må alltid vurderes mot utsatt såtid ved langvarig regn. Om mulig bør en harve i ytterlaget når det blir opphold igjen. Da er det forholdsvis viktig å komme igang så snart bæreevnen er tilstrekkelig til å kjøre.

4) Den første arbeidsgangen

Det er vist av flere forskere, bl a Ojeniyi og Dexter (1979) at den første arbeidsgangen smuldrer mer enn de neste arbeidsgangene. Dette skyldes at sammenhengskreftene brytes ved første passering. I neste omgang vil det stort sett bare bli en omrøring, særlig hvis det er tørt. Brukes det tunderedskap, skjer det en sortering som drar de store aggregatene opp i ytterlaget og de små nedover mot såbunnen. Denne størrelsesvariasjonen med dybde har en tendens til å øke med fuktigheten under arbeidning.

Sortering er ellers demonstrert i resultater av Holmøy (1980). (Se tabell 4.)

Tabell 4. Aggregatstørrelse før og etter jordarbeiding og såing på stiv leire e Holmøy (1980).

Behandling	Dybde	Prosent aggregater	
		>19mm	5,6-0,5mm
Før arbeidning,	0-5cm	39	36
Etter arbeidning,	0-2cm	23	40
	2cm-såbunn	5	59
Etter såing, tromling	0-2cm	14	48
	2cm-såbunn	3	66

Tallene viser også en smuldringsvirkning av såing, tromling.

5) Såbunnen

Etter undersøkelser av Kritz (1976) i Sverige var det omtrent ikke nyttbart vann tilbake i såbedet etter såing. Dette viser hvor viktig det må være å ha en fast, fuktig såbunn for frøet. Holmøy (1980) har vist at det er forskjell mellom harvetyper

med hensyn til ujamnhet av harvebunnen. Sloddeharvene har jamnet bunnen mest. En fast, jamn harvebunn vil være en god såbunn.

E. Øvre rotsone

Den øvre rotsonen fungerer som nærings- og vannlager og som bærelag. Hvis det er tørr vår og forsommer, er det av særlig stor betydning at kulturplantenes røtter kan veve gjennom dette laget forholdsvis tidlig for å sikre et tidlig næringsopptak. Buskingen hos korn vil være avhengig av forholdene i dette laget. Rikelig nærings- og vanntilgang vil være avgjørende for busking og videre vekst av skuddene.

For poteter vil såbed og øvre rotsone gå noe over i hverandre. Kouwenhoven (1978) stilte opp som krav at det ikke burde være klumper større enn 40 mm og at den veide middeldiameteren av aggregatene burde være mindre enn 8 mm. Tverrsnittsflaten av potetryggene burde være rundt 600 cm^2 , med en avrundet eller noe flat topp.

For rotvekster som kålrot, gulrot og sukkerbete er det av betydning at strukturen er jamn og passe fast i den øvre rotsonen for å unngå misdanning av lagringsorganene.

Tett plogsåle kan forekomme i en del tilfelle der pløedybden har vært konstant gjennom lang tid. Den vil da representere en hindring for rotutvikling og vannstrømming videre nedover.

F. Nedre rotsone

Den nedre rotsonen avhenger av jordtypen. På siltjord og leirjord vil det være en plate- eller skivestruktur under ploglaget. På leirjord går denne over i en prismestruktur eller blokkstruktur i lag fra ca 40-50 cm ned til 70-80 cm. Strukturen i dypere lag vil avhenge av dreneringstilstand og dreneringshistorie. I sandjordene er det sjelden dyp rotutvikling hvis det ikke forekommer finmateriale av leir eller humus eller silt. Lag av mellomsand eller grovsand vil virke som tørkesperre.

I siltjordene er det stort sett ikke dyp rotutvikling fordi vannlagringsevnen er stor. Dermed er det mindre behov for å ha stor rotdybde. Både i siltjord og leirjord kan dårlig ventilasjon hemme rotutvikling i dybden. I sandjord og siltjord kan næringsforholdene i enkelte tilfelle hindre rotutvikling mot dybden.

G. Jordarbeidingsystemer

I dag brukes uttrykk som tradisjonell jordarbeiding, plogfri jordarbeiding, minimal jordarbeiding, redusert jordarbeiding, 0-arbeiding og direkte-såing. Flere av disse uttrykkene er upresise. Ren 0-arbeiding eksisterer bare der hvor frøene legges oppå overflaten. Direkte-såing er et klart begrep. Også her vil det være jordarbeiding, for å få plassert frøet i en viss dybde. Tradisjonell jordarbeiding kan ha en betydning som varierer med tid og sted. I tørre områder kan det være en eller annen form for jordarbeiding med kultivator med brede skjær. I tropiske områder betyr det bruk av skålplog og skålharv, i Norge pløying med veltefjølsplog og harving. Plogfri jordarbeiding er en arbeidsmåte uten plog, men ellers med stor variasjon i redskapsbruk. Minimalarbeiding kan være arbeiding med plog eller arbeiding uten plog, med vekt på minst mulig antall arbeidsganger. Redusert jordarbeiding er et litt svakere uttrykk og antyder at systemet er definert ved færre arbeidsganger enn det som har vært eller er vanlig.

1. Noen norske resultater fra eldre jordarbeidingsforsøk Forsøk med pløying og harving.

I et jordarbeidingsforsøk på mellomleire anlagt i 1939 av professor M. Ødelien (Ødelien og Bjørkum 1958) har vi stilt sammen noen forsøksresultater fra 1971-1981, med i alt 9 år med åker (korn).

I tabell 5 er det gitt resultater for kornavling.

Tabell 5. Resultater fra et langvarig forsøk med jordarbeiding anlagt 1939. Kornavlinger 1971-81, kg/daa.

Antall harvinger og harvedybde			Pløyedybde			Middel
4 cm	8 cm	12 cm	12 cm	18 cm	24 cm	
<u>Kulturharv</u>						
1			440	475	480	465
1	1		485	500	520	500
1	1	1	505	515	520	515
<u>Rotorharv</u>						
1			480	505	520	500
	1		515	520	525	520
		1	500	515	525	515
<u>Middel</u>			485	505	515	

Fresing ble ikke tatt inn i forsøket før 1962. Utslagene er signifikante både for harving og pløyedybde. Som viser, er det bare 10 kg meravling ved å øke pløyedybden fra 18 til 24 cm. For harving med kulturharv er det i middel 35 kg meravling ved økning fra 1 til 2 harvinger, og 15 kg ved å gå videre til 3 harvinger. For fresing er det en nedgang i avling ved å gå fra 8 cm til 12 cm dybde. Forklaringen på slike resultater må vi først og fremst søke i ugraskontrollen. I tabell 6 er gitt resultatene for prosent kvekedekning.

Tabell 6. Kvekemengde i et langvarig forsøk med jordarbeiding anlagt 1939. Prosent dekning 1971-81.

Antall harvinger og harvedybde			Pløyedybde		
4 cm	8 cm	12 cm	12 cm	18 cm	24 cm
<u>Kulturharv</u>					
1			23	14	13
1	1		11	7	7
1	1	1	6	4	4
<u>Rotorharv</u>					
1			12	7	5
	1		6	4	3
		1	5	3	2

Vi ser nokså tydelig at for kulturharv er det ingen forskjell mellom 18 cm og 24 cm pløyedybde. Både for rotorharv og kulturharv er det størst tilbakegang for kveke fra 12 cm til 18 cm pløyedybde. For både 4 cm og 8 cm arbeidsdybde er det nokså klart mindre kveke etter rotorharv enn etter kulturharv (JF-harv).

I dette forsøket har det siden 1962 vært med tre nitrogengjødslingstrinn. Hovedeffekten av N-gjødsling har vært klar. Se tabell 7, hvor vi også har tatt med legde- og kornprosent. Kornprosent = prosent korn av lo.

Tabell 7. Kornavling, prosent korn, legde og kvekedecking i langvarig forsøk med jordarbeiding anlagt 1939. Tall for perioden 1971-81

Kg N pr dekar	Korn kg/dekar	Prosent korn	Prosent legde	Prosent kveke	Energi- virknings- grad
5	450	61,5	14	6	
10	525	60,5	25	7	2,3
15	535	58,5	52	10	0,3

De siste 10 kg korn har blitt tatt inn med virkningsgrad mindre enn 1,0, dvs. at produsert energi har vært mindre enn brukt energi (når vi ser på korn alene som produkt). Ved siste N-trinn har legdeprosent økt sterkt, og med den, kvekemengden. Særlig for de to grunneste harvingene økte kvekemengden ved siste N-trinn. Når det gjelder f eks åkerdylle, kan vi nevne at i forsøket, som er representert ved tabell 3, viste det seg at åkerdylle trivdes best i en løs, grovklumpet jord.

2. Plogfri jordarbeiding

I slutten av 1950-årene og først i 1960-årene hadde Institutt for jordkultur en forsøksserie med pløying sammenlignet med fresing. Resultatene er gjengitt i tabell 8.

Tabell 8. Kornavling og prosent kvekedekning i forsøk med pløying og fresing, 16 høstinger

Behandling	Kornavling Relativ	Prosent kveke
Pløying høst, 2 harvinger vår	100	14
" vår, " "	94	21
Fresing høst, Fresing vår	93	10
" vår, " "	86	22

Interessant er det at størst virkning mot kveke ble oppnådd ved fresing (rotorharving) høst og vår, mens samme arbeidsinnsats om våren ga liten virkning mot kveke. Et 6-årig forsøk på siltig sand på Romerike ga omtrent samme kornavling ved bare harving høst og vår som ved pløying høst og harving vår. Potet-avlingene var derimot signifikant mindre etter utelatt pløying.

I en nyere forsøksserie som ble startet i 1975 og som er under ledelse av Markus Marti (1981) er det med tre hovedarbeidinger, høstpløying, vårpløying og ikke pløying (harving). I tabell 9 er gjengitt noen foreløpige resultater for perioden 1976-80 for 9 forsøk på Østlandet.

Tabell 9. Noen forsøksresultater fra forsøk med plogfri jordarbeiding e. Marti (1981).

Behandling	Korn- avling kg/daa	Jordtetthet 10-20cm t/m ³	Vann, 0-2cm vekt %	Skjærfasthet, 0-10cm kPa	10-20cm kPa
Ikke pløyd	420	1,34	42	38	74
Høstpløyd	445	1,31	35	14	29
Vårpløyd	435	1,31			

Vanninnhold og skjærfasthet var målt på enkelte felter før arbeidning om våren, jordtetthet etter høsting. Kornavlingene på de feltene som var omtrent ugrasfrie, (7 av 9 felter) var 435 - 440 - 445, dvs at det var liten forskjell. På ett av feltene der det var kvekeproblemer, var avlingene på det oppløyde leddet kommet ned på ca 40% av det høstpløyde etter 4 år. Dette feltet har flere ganger blitt behandlet med glyfosat uten at det har lyktes å bli kvitt kveka.

Det er av stor interesse å legge merke til hvor fast jorda var på oppløyde ruter, trass i at ytterlaget var svært fuktig.

Erfaringene med plogfri jordarbeiding tyder på at det kan være vanskelig å mestre kvekekontrollen. Det er fullt tilrådelig å hevde at pløying trygt kan sløyfes en gang iblant. På steinrik jord vil det være fristende å pløye bare det året det skal utføres steinfjerning, f eks til rotvekster/poteter, og deretter sløyfe pløying i kornårene. Men for å få full utnyttning av metoden kreves det spesielle harver, f eks tunge skålharver eller stubbkultivatorer og spesielle såmaskiner. Med et klima som er preget av fuktighet om høsten, er risikoen for kjøreskader betydelige. Glyfosat er for tiden dyrt, (ca 50 kr/daa som sprøytemiddel i 1982). Det er vel riktig å si at mekanisk ugraskamp er konkurransedyktig i forhold til kjemisk, når det gjelder kveke. Med hensyn til energibruk er det nyttig å huske på at pløying svarer til 1-2 kg N pr dekar.

Ved Statens forskingsstasjon Kise er det utført en del forsøk med direkte-såing. Slike forsøk er også i gang ved Institutt for jordkultur. Riley (1981) nevner at det er oppnådd avlinger mellom 86 og 100% av tradisjonell jordarbeiding, og at både kveke og halmrester kan være et problem for direkte såing.

I Danmark har Rasmussen (1978) gjennomgått en del resultater av forsøk med redusert jordarbeiding til bygg. Han sier at en systematisk gjennomført redusert jordarbeiding om høsten, f eks redusert pløyedybde, ikke gir problemer med rot- eller frøugras. Derimot vil en utsetting av jordarbeidinga til neste vår kunne gi slike problemer. Redusert jordarbeiding har etter disse forsøkene hatt liten betydning for angrepsgraden av rotdreper. Jensen (1979) hevder at rotpatogene sopper ikke påvirkes mye av jordbehandling unntatt når kulturplantenes motstandsevne er satt ned.

Rydberg (1980) legger bl a vekt på å unngå pakkingskader ved plogfri jordarbeiding. Sløyfing av pløying har vært minst vellykket på jord med 30-40% leir.

3. Virkning av såtid

I et langvarig såtidforsøk ved NLH har det vært størst avling ved tidligst såing, se tabell 9.

Tabell 9. Kornavling og kvekedekning i såtidforsøk på lett-leire i Ås, 1970-79.

Såtid	Avling, kg korn/daa		Prosent kveke	
	0 harvinger	2 harvinger	0 harvinger	2 harvinger
A Så vidt bæreevne	365	440	9	5
B Første smuldring	310	385	19	6
C 2-3 uker etter A	315	390	22	7
D 2-3 uker etter C	170	280	43	12

Avlingen og kvekedekningen der det ikke er harvet, er interessant. Vi ser at konkurranseevnen for kornet har blitt betydelig bedre ved den tidligste såingen. Over alle år var det særlig såing etter 15. mai som satte ned avlingen og økte kvekedekningen.

H. Nedmolding av husdyrgjødsel

Dagens husdyrbruk er preget av vanntransport inn til fjøset i form av vått gras og ut igjen i form av bløtgjødsel. I tillegg er det av og til store husdyrkonsentrasjoner i forhold til heimearealet, slik at det blir i meste laget med gjødsel pr dekar. Utkjøring om våren med store mengder på høstpløyd åker kan i mange tilfelle føre til kjøreskader. Dette skyldes både transportmengden og langsom opptørking av jorda, slik at jordarbeidinga gir dårlig resultat. Det kan derfor se ut til at det er mer fornuftig å kjøre ut gjødsla på upløyd mark og deretter pløye. Da blir jorda i topplaget løst opp etter all trafikken. Tungtrafikken på dyrkajorda har ellers en klar tendens til å øke kvekemengden (Se Njøs 1976).

I. Erosjon

Vannerosjon er den mest vanlige formen for erosjon i silt-og leirjordsområdene, mens vinderosjon er mer vanlig på sandjord. Pløying langs fallet er med å øke faren for vannerosjon. I

skrånende terreng kan vendeplogen brukes til å pløye langs kotene. En bør slå oppover. Når det gjelder plogfri jordarbeiding og direkte-såing har det vært regnet med at et mer beskyttet, fast topplag og et mer sammenhengende grovporesystem, bl a meitemarkganger under sådybde, skulle bidra til å redusere erosjonsfaren. Forhold omkring vannerosjon i forhold til jordarbeidingsmetoder blir nå undersøkt ved Institutt for hydroteknikk og Institutt for jordkultur.

Troeh et al. (1980) gir eksempler på vannerosjon etter ulike jordarbeidingsmetoder i Wisconsin, USA, Tab. 10.

Tabell 10. Jordtap ved vannerosjon etter ulik jordarbeiding i 6 år.

Jordarbeiding	Jordtap kg/daa
Brakk	1750
Tradisjonell (med plog)	600
Stubb-arbeiding	370
Redusert arbeiding opp-ned	350
Redusert arbeiding langs kotene	90

J. Sluttmerknader

De langvarige jordarbeidingsforsøkene synes å tyde på at rotugras er et problem som kan holdes under kontroll ved en viss innsats av jordarbeiding. Så lenge det ikke er billige kjemiske midler til rådighet i kvekekampen, kan det være tvilsomt å tilrå en rask overgang til plogfri jordarbeiding eller direkte-såing. Det trengs mer forskning på dette området, bl a for å finne fram til riktige maskintyper og maskinbruk. Et krav til nye metoder er at de på lang sikt må vedlikeholde eller forbedre jordas kulturtilstand.

Her må også jordtap ved erosjon tas med i vurderingen. Det ser ut til at fire krav må oppfylles for å sløyfe pløying ved korn dyrking:

- a) Tidlig såing
- b) Unngå kjøreskader vår og høst
- c) Unngå problemer med flerårige ugras
- d) Unngå problemer med halm

K. Litteratur

ARYA, L.M. & G.R. BLAKE 1972. Stabilization of newly formed soil aggregates. Agron.J. 64 : 177-180.

BLAKE, G.R. & R.D.GILMAN 1970. Thixotropic changes with aging of synthetic soil aggregates. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 34 : 561-564.

HEINONEN, R. 1979. Soil management and crop water supply. 3rd ed. Dept. of Soil Sciences, Uppsala, Sweden : 106 pp.

HOLMØY, R. 1980. Ulike typer markedsførte redskaper for til-laging av såbed - virkning av én eller to gangers kjøring. Aktuelt fra LOT. Informasjonsmøte Teknikk 4/1980 : 82-88.

JENSEN, A. 1979. Plantesygdomme ved nyere jordbehandlings-metoder. Ugeskrift for jordbrug 1979 (3) : 47-50.

KOUWENHOVEN, J.K. 1978. Ridge quality and potato growth. Neth.J.Agric.Sci. 26 : 288-303.

KRITZ, G. 1977. Såbäddsinventering. Lantbrukshögskolans för-söksledarmöte 1977. Del 1 Jordbrukssektionens sammanträden. 5 : 1-9.

KÖLLER, K. 1979. Beziehungen zwischen Saatbettbereitung und Ertrag auf verschiedenen Standorten. Agrartechnische Berichte. Bodenbearbeitung-Symposium 26.7.1979. Institut für Agrartechnik Universität Hohenheim : 3-9.

MARTI, M. 1981. Pflugloser Ackerbau im Einseitigen Getreidebau. Eine Resultatübersicht. Dept.of Soil Fertility and Management, N-1432 ÅS-NLH, Norway : 24 pp.

NJØS, A. 1971. Aggregatstørrelsen i såbedet i forhold til markvannet. Den norske komité, Den internasjonale hydrologiske dekadé Rapport nr. 2 Oslo : 34-49.

Njøs, A. 1976. Long term effect of tractor traffic in two field experiments in Norway. Proc., ISTRO 7th Conference Uppsala, Sweden : 27 : 1-7.

OJENIYI, S.O. & A.R. DEXTER 1979. Soil structural changes during multiple pass tillage. Trans. of the ASAE 22 : 1068-1072.

RASMUSSEN, K.J. 1978. Reduseret jordbearbejding til byg. Statens Planteavlsvforsøg, 80. 1385 Medd. 4 s.

RILEY, H. 1981. En vurdering av mulighetene for direktesåing av korn. Aktuelt fra Statens Fagteneste For Landbruket. Jord og Plantekultur Østlandet 2/1981 : 3-11.

RYDBERG, T. 1980. När kan plöjningsfri odling tillämpas? Försöksledarmötet 1980. Del 1. Jordbrukssektionens sammanträden. 6 : 1-10.

TROEH, F.R., J.A. HOBBS & R.L. DONAHUE 1980. Soil and water conservation for productivity and environmental protection. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 07632 : 274-319.

ØDELIEN, M. & O. BJØRKUM 1958. Jordarbeidingsforsøk I. Pløying og harving på leirjord. Forskn.fors.landbr.