

Harvningsintensitet til byg Udbytter og jordfysiske målinger

Different intensity of harrowing before drilling of barley. Yields and soilphysical measurement

Karl J. Rasmussen

INDHOLDSFORTEGNELSE

Resume	444
1. Indledning	444
2. Metodik	445
2.1. Forsøgsplan	445
2.2. De anvendte redskaber.. .. .	446
2.3. Forsøgsarealerne	447
3. Klimatiske betingelser	448
4. Måleudstyr	448
4.1. Porøsitetmåling	448
4.2. Antal prøver og sikkerheden på prøveudtagningen.. .. .	450
4.3. Karakter, måling og bedømmelse af såbedet	451
4.4. Karakter for plantebestand	452
4.5. Aggregatstørrelsesfordeling.. .. .	452
5. Resultater	453
5.1. Udbytter.. .. .	453
5.2. Bearbejdningsdybde	454
5.3. Bedømmelse af såbed	455
5.4. Sådybde	455
5.5. Kærernes dækning	456
5.6. Planternes fremspiring	456
5.7. Karakter for bestandens tæthed	457
5.8. Ukrudt	457
5.9. Lejesæd	457
5.10. Porøsitetmålinger	457
5.11. Aggregatstørrelsesfordeling.. .. .	460
6. Specielle undersøgelser.. .. .	460
6.1. Vinterharvning og tromling med cementtromle på sandjord	460
6.2. Tromling med cambridgetromle	462
6.3. Forskellige N-mængder	463
7. Diskussion	463
8. Konklusion	467
Summary	467
Litteratur	469

Resumé

Forsøg med forskellig harvningsdybde og antal harvninger til byg er gennemført på sandjord, på morænelerjord og på marskjord i årene 1968-71. Ialt foreligger der 31 forsøg.

I forsøget undersøgtes harvningens indflydelse på jordstrukturen og en eventuel sammenhæng mellem de målte fysiske størrelser og planternes fremspiring, udvikling og udbytte.

Porerumfang og luftindhold øges med stigende antal dybe harvninger - især på lerjord - men formindskes med stigende antal overfladiske harvninger. Dyb harvning medfører knoldet og ujævnt såbed, og øget antal lette harvninger giver et mere jævnt og ensartet såbed.

Udbytteresultaterne viser, at harvningsdybde og -antal bør afpasses efter jordtypen. Under de fleste forhold vil 1-2 gange harvning til 3-5 cm dybde på sandjord og 2-3 gange harvning til 3-5 cm dybde på lerjord være passende. På sværere jord, hvor denne kan være skorpet og hård, bør den ene harvning eventuelt være forholdsvis dyb.

Tromling af sandjord med cementtromle under fugtige forhold om vinteren har ikke øget udbyttet, men har heller ikke vist om tromlingen kan hindre sandflugt. Ved tromlingen er der sket en betydelig sammentrykning og formindskelse af porøsiteten.

Der er ikke i forsøget målt sikre korrelationer mellem de fysiske forhold og planternes fremspiring, udvikling og udbytte.

1. Indledning

Cirka 60 procent af det samlede danske landbrugsareal anvendes til korndyrkning. På trods heraf er der ikke her i landet - og i udlandet kun i ringe omfang - gennemført forsøg eller undersøgelser af, hvilke krav planterne stiller til såbedet. I Norge og Sverige er der i de senere år gennemført en del undersøgelser, men da jorden der er noget sværere end i Danmark, og klimaet om foråret ofte mere tørt, kan resultaterne ikke direkte overføres til danske forhold.

Formålet med såbedstilberedningen er at skabe de bedst mulige spirings- og vækstbetingelser for udsæden. Forårsbehandlingen og såningen bør normalt foregå tidligst mulig, men dog ikke før den kan foregå uden fare for ødelæggelse af jordstrukturen ved færdsel med traktorer og tunge redskaber.

Alle jorde er ikke lige modtagelige for strukturskade. Problemet er størst på lerjorde, medens sandjordene bedre tåler færdsel med tunge redskaber.

Om vinteren varierer jordens vandindhold mellem mætning og markkapacitet afhængig af nedbøren. Ved forårets begyndelse sker der en udtørring af de allerøverste jordlag - ofte til under planternes visnegrænse. Vandindholdet stiger dog ret hurtigt med dybden.

Når jordoverfladen om foråret ligger uberørt,

er den kapillære ligevægt med undergrunden bevaret, og der kan ske en vandtransport opad. Såfremt jorden fældes, hvorved den kapillære ligevægt brydes, holder vandindholdet sig nogenlunde konstant - omkring 150-300 millibar - i 5 cm dybde, medens det på jord, der ikke er fældet, passerer 850 millibar i løbet af nogle få dage (Njøs, 1963). For at undgå at harve fugtig jord op, bør harvningen altså være forholdsvis overfladisk, såfremt det sker tidligt.

Selvom hele det bearbejdede lag er udtørret til under visnegrænsen, kan kærnerne udmærket spire, når blot de placeres på en fugtig bearbejdningsbund (Henriksson, 1971). Fremspiringen er stærkt afhængig af jordtype og klima. På lerjord er det nødvendigt at placere udsæden på eller nær bearbejdningsbunden, for at få en god spiring under tørre forhold. Jo sværere jorden er desto vigtigere er dette. På lette jorde, især finsand- og siltjorde, behøver dette krav ikke at være opfyldt (Kritz og Håkansson, 1971).

Fremspiringen aftager med stigende sådybde. Den største reduktion i fremspiringen kan forventes på lerjord, hvor risikoen for tilslemning med efterfølgende skorpedannelse vil være størst. Der opstår ikke iltmangel selv i ret stor dybde, såfremt jorden ikke er meget fugtig. På finkornet strukturløs og våd jord er iltmangel antagelig den væsentligste årsag til mangelfuld fremspiring,

hvorimod jordmodstanden dominerer på tør og skorpet jord (*Kaack, 1966*).

Ved harvningen sker der dels en brydning af eventuel skorpedannelser og dels en formindskelse af aggregatstørrelsen. Såfremt såbedet domineres af aggregater over 20 mm, må der regnes med, at spiringsbetingelserne bliver dårlige. Porerne bliver da for store, således at frøene bliver liggende uden kontakt med fugtigheden i jorden. Forsøg viser, at bearbejdning af fugtig lerjord fører til dannelse af flere store aggregater, der langsommere nedbrydes af vejrligets (regnens) påvirkning end mindre aggregater (*Njøs, 1963*).

Under tørre forhold er fremspiringen på svær jord ofte bedre, når der er harvet flere gange, men udbyttenedgang som følge af øget antal harvninger kan også forekomme, og dette kan forklares med, at disse jorde om foråret har en god froststruktur, og at skadelig pakning kan forekomme ved færdsel med traktorer og redskaber. Når dyrkningsforholdene er gode er 1-2 gange harvning tilstrækkeligt, og øget antal harvninger medfører kun øgede omkostninger og intet merudbytte (*Henriksson, 1971*). I Skåne har forsøg med lav harvningsintensitet givet samme udbytte som høj intensitet. I østre Mellemsverige har høj harvningsintensitet givet 6 procent højere udbytte end lav intensitet. Forklaringen på dette forhold ligger i klimaforskellene i de to områder, idet foråret i østre Mellemsverige ofte er meget nedbørsfattigt.

Under tørre forhold er en finere aggregatfordeling i såbedet en fordel (*Nilsson og Henriksson, 1968*).

Jordbehandlingsredskabernes udformning øver en væsentlig mindre indflydelse på såbedets tilberedning end hidtil antaget (*Lindegård, 1969* og *Nilsson og Henriksson, 1968*).

Norske forsøg med tromling med cambridge-tromle om foråret på morænelerjord har vist statistisk sikkert merudbytte i korn. Spiring og modning var noget tidligere og jævner, når der var tromlet. Tromlen havde en svag virkning på volumenvægt og luftindholdet i jorden (*Njøs, 1962*).

Sådybdeforsøg med havre på sandjord viser ingen forskel i udbytte ved 5 og 10 cm sådybde (*Nielsen og Overgård, 1926*).

Forsøgsarbejdet vedrørende jordbehandling bør opdeles i to problemstillinger, 1) redskabets indflydelse på jordstrukturen og 2) jordstrukturens indflydelse på planternes fremspiring og udvikling.

Nærværende forsøg er anlagt med det formål dels at afprøve forskellige fysiske målemetoder til beskrivelse af redskabets indflydelse på jordstrukturen og dels at undersøge relationen mellem de målte fysiske størrelser og planternes fremspiring og udbytte.

2. Metodik

2.1. Forsøgsplan

Forsøget er gennemført som enårigt forsøg i årene 1968-71 på sandjord ved Jydevad, Lundgaard og Tylstrup efter følgende plan:

A. 0 harvning	1. 0 harvning
B. 1 » 8-10 cm	2. 1 » 3-5 cm
C. 2 » 8-10 cm	3. 2 » 3-5 cm
D. 1 harvning 8-10 cm på våd jord om vinteren	
E. 1 tromling m. cementtromle på våd jord om vinteren	

På sandjord ved Borris og på lerjord ved Askov, Roskilde, Rønhave og Højer efter følgende plan:

A. 0 harvning	1. 0 harvning
B. 1 » 13-15 cm	2. 1 » 3-5 cm
C. 3 » 13-15 cm	3. 3 » 3-5 cm

På svær marskjord ved Ribe efter følgende plan:

A. 0 tallerkenharvning	1. 0 harvning
B. 3 gange tallerkenharvning	2. 1 » 3-5 cm
	3. 3 » 3-5 cm
	4. 5 » 3-5 cm

Forsøget er anlagt som »krydset split plot« uden fællesparceller. Parcellfordelingen fremgår af nedenstående oversigt:

Sandjord			Lerjord		
0/0	1/0	2/0	0/0	1/0	3/0
0/1	1/1	2/1	0/1	1/1	3/1
0/2	1/2	2/2	0/3	1/3	3/3

På den ene led gennemføres der henholdsvis 0, 1 og 2-3 dybe harvninger i 8-10 cm dybde på sandjord og 13-15 cm dybde på lerjord, og dernæst på den anden led 0, 1 og 2-3 lette harvninger i 3-5 cm dybde. Derved opnås alle kombinationer

fra 0 til ialt 4 harvninger på sandjord og ialt 6 harvninger på lerjord.

Afgrøden har i alle tilfælde været byg og forfrugten korn eller roer.

Der er foretaget alm. vinterpløjning uden furejævning. Forsøgsbehandlingen er gennemført, når jorden skønnedes tjenlig, med 1-2 dage mellem indledende og afsluttende behandling og såning.

Fældning forud for forsøgets anlæg er ikke gennemført på sandjord. Ved Rønhave er arealet fældet hvert år forud for forsøgets anlæg, medens det de øvrige steder er fældet efter behov.

Den dybe harvning er altid gennemført først. På lerjordene er der i forsøgsled C først foretaget en harvning på langs ad parcellen, derefter er der krydsharvet. På sandjordene er der krydsharvet i forsøgsled C.

Den lette harvning er gennemført som den dybe, dog er der på sandjord i nogle tilfælde harvet parallelt ved 2 gange harvning.

Gødskningen er afpasset efter jordtypen til

optimal afgrøde. Ved Rønhave er der i årene 1969-71 og ved Højer i årene 1970-71 indlagt 3 N mængder.

Ved Borris, Højer og Ribe er der alle år anlagt en tromlet og en utromlet afdeling. Der er tromlet med cambridgetromle få dage efter såning.

2.2. De anvendte redskaber

Ved forsøgets anlæg er anvendt forsøgsstationernes egne harver. Samme harve er anvendt alle år. Til forsøgsled B og C (dyb harvning) er anvendt forholdsvis svære harver med stor tandafstand og brede tænder (tabel 1), medens der til forsøgsled 2 og 3 (let harvning) fortrinsvis er anvendt harver med relativ lille tandafstand og -bredde, såkaldte såbedsharver. Ved Borris er anvendt samme harve til såvel dyb som let harvning.

Hastigheden ved harvning varierer fra sted til sted, men er aldrig over 8 km/time.

Tabel 1 viser en oversigt over harvernes dimensioner, antal tænder, tandbredde og -af-

Tabel 1. Oversigt over de anvendte harver og disses dimensioner

Sted	Fabrikat	Hastighed km/t	Arbejds- bredde, m	Antal tænder	Tand- bredde, cm	Tand- afstand, cm	Tandbredde, cm pr. m harve
<i>Til dyb harvning</i>							
Jydevad	Mads Amby	6-7	2,2	21	4,0	10,2	38
Lundgaard	Kongskilde	6-7	4,0	39	2,9	10,2	28
Tylstrup	Multiplex	3-5	2,3	19	3,0	12,1	25
Borris	Multiplex univ.	6-7	2,2	20	3,5	11,0	32
Askov	Marsk Stig	7-8	2,8	20	3,5	14,0	25
Roskilde	Kongskilde	6-7	2,8	26	3,0	10,8	28
Rønhave	Langeskov	4-5	3,0	31	2,5	9,8	26
Højer	Primoplex	7-8	2,3	17	4,0	13,5	30
Ribe	Tallerkenharve	4-5					
<i>Til let harvning</i>							
Jydevad	Befa spidsharve	7-8	4,0	80	—	2,0	
Lundgaard	Doublet Rekord	6-7	4,3	64	2,0	6,7	30
Tylstrup	Doublet Rekord	4-5	3,6	64	2,0	5,6	36
Borris	Multiplex univ.	6-7	2,2	20	3,5	11,0	32
Askov	Kongskilde	7-8	2,9	29	4,0	10,0	40
Roskilde	Spec. smuldreharve	6-7	3,7	56	2,6	6,6	39
Rønhave	Prela	4-5	4,0	64	2,5	6,3	40
Højer	Prela	7-8	3,0	48	3,0	6,3	48
Ribe	Prela	4-5	3,0	48	2,5	6,3	40

stand samt en beregning af cm tandbredde pr. m harvebredde. Det ses, at de harver, der er anvendt til dyb harvning, har en tandbredde på 25-38 cm pr. m harvebredde. Det vil sige, at med de anvendte harver er 25-38 procent af overfladen bearbejdet ved 1 gang harvning, men da en harvetands »snitvinkel« er kegleformet med en vinkel på ca. 50° i forhold til jordoverfladen (*Feuerlein*, 1971), bliver en større del af overfladen løsnet afhængig af bearbejdningsdybde og hastighed.

For de lette harvers vedkommende varierer tandbredden fra 30 til 48 cm pr. m harvebredde.

Ved at anvende forskellige harvetyper er intensiteten af behandlingerne fra sted til sted altså ikke ens.

I forsøget er traktorhjulenes færdsel på jordoverfladen medregnet som en del af forsøgsbehandlingen. Hvor stor en del af jordoverfladen, der overkøres med traktorhjul afhænger af dæk og harvebredde samt antal harvninger.

Af ovenstående oversigt, der viser hvor stor en del af jordoverfladen, der i procent er passeret af traktorhjul i de forskellige forsøgsled, ses det, at med en dækbredde på f.eks. 34 cm (13"), en harvebredde på 3 m og 1 gang harvning vil 23

procent af jordoverfladen være passeret af traktorens hjul.

dyb let	Sandjord			Lerjord			
	0	1	2	dyb let	0	1	3
0	0	23	45	0	0	23	68
1	23	45	68	1	23	45	91
2	45	68	91	3	68	91	135

Ved 6 gange harvning vil jordoverfladen i gennemsnit være passeret 1,35 gange af traktorens hjul. Det vil dog være således, at der vil findes pletter, hvor hjulene har passeret flere gange, samt pletter hvor hjulene ikke har passeret.

2.3. Forsøgsarealerne

Ved Askov har forsøget alle år ligget i samme mark, medens det de øvrige steder har ligget i forskellige marker hvert år. Der er alle år udtaget prøver til analyser. Resultaterne, som fremgår af tabel 2, er gennemsnit af alle årene.

På grundlag af teksturanalyserne er jordene inddelt i typer som foreslået af *Aslyng* (1968).

Jynde vad og Lundgaard har grov sandjord, Tylstrup og Borris fin sandjord, dog har Borris et lidt højere indhold af silt end Tylstrup. Jor-

Tabel 2. Jordbundsanalyser

Sted	Dybde	Rt	Lt	Vægt pct.					Vægtfylde		Vol. pct. vand ved pF 4,2	Jordtype efter Aslyng
				hu- mus	ler	silt	fin- sand	grov- sand	ør g/cm ³	øt g/cm ³		
Jynde vad	0-20	6,3	0,29	2,2	3	4	23	68	2,60	1,37	4,2	gr.S.
	25-50	5,4	0,22	1,9	4	2	24	68	2,62	1,50	3,9	
Lundgaard	0-20	5,7	0,36	2,0	3	3	23	69	2,61	1,44	3,6	gr.S.
	25-50	6,0	0,29	1,4	4	3	24	68	2,63	1,44	3,5	
Tylstrup	0-20	6,3	0,47	2,5	5	6	74	12	2,58	1,28	5,2	f.s.
	25-50	5,5	0,30	1,5	5	5	74	14	2,62	1,32	4,5	
Borris	0-20	6,6	0,58	2,2	5	9	53	31	2,60	1,36	6,6	f.s.
	25-50	6,3	0,35	1,2	6	8	55	30	2,65	1,42	4,6	
Askov	0-20	6,3	0,79	2,3	10	12	43	33	2,60	1,43	10,3	gr.S.L.
	25-50	6,1	0,45	1,1	15	11	41	32	2,65	1,45	10,9	
Roskilde	0-20	6,7	0,51	2,1	11	16	47	24	2,61	1,30	8,4	f.S.L.
	25-50	5,8	0,31	0,9	13	19	45	22	2,66	1,54	9,1	
Rønhave	0-20	7,3	1,00	1,9	15	16	46	21	2,62	1,48	10,9	f.S.L.
	25-50	6,2	0,35	1,2	19	16	43	21	2,65	1,50	12,5	
Højer	0-20	7,9	0,85	2,8	19	16	62	0	2,61	1,25	15,6	L
	25-50	8,1	0,98	2,3	24	14	59	1	2,66	1,26	14,4	
Ribe	0-20	7,6	1,76	4,9	40	33	20	2	2,51	1,16	25,4	Sv.L.
	25-50	6,8	1,12	2,8	41	31	24	1	2,64	1,14	21,4	

dene ved Askov, Roskilde og Rønhave minder meget om hinanden - alle tre morænelerjorder - dog har Askov et højere indhold af grovsand og betegnes derfor som grov sandblandet lerjord, medens Roskilde og Rønhave betegnes som fin sandblandet lerjord. Højer og Ribe er marskjord af forskellig oprindelse. Højer repræsenterer den lette type nyere marsk med et lavt lerindhold, Ribe den ældre marsk med et højt lerindhold.

Forsøget er anlagt på forsøgsstationernes marker, som må anses for at være i god kultur, hvilket også fremgår af såvel Rt og Lt.

Jordens reelle massefylde (ρ_r) fremgår af tabel 2. For muldlaget ses den at være 2,60-2,62 for de fleste jordes vedkommende. Tylstrup er på 2,58 og Ribe på 2,51. Analyserne er foretaget på jord uden fjernelse af organiske stoffer, hvorfor tallene ligger relativt lavt. For Ribes vedkommende ses det, at der er et stort humusindhold. Den lave massefylde (2,51) kan derfor skyldes det ret høje humusindhold. ρ_r i undergrunden varierer fra 2,62-2,66 g/cm³. Den højere massefylde skyldes, at humusindholdet i undergrunden er lavere end i muldlaget.

Jordens tilsyneladende massefylde (ρ_t) eller volumenvægt er bestemt efter udtagning og tørring af 100 cm³-prøver i naturlig lejring. Volumenvægten, der er et udtryk for porøsiteten, varierer med årstiden, afhængig af fugtighed og mekanisk påvirkning.

Vandindholdet ved pF 4,2 (planternes visegrænse), der er bestemt på løs jord i trykkamre, stiger med stigende indhold af ler og silt. Laveste vandindhold er målt på sandjord fra Lundgaard og højeste på marskjord fra Ribe.

3. Klimatiske betingelser

Forsøgene er alle år anlagt, så snart jorden har været tjenlig til såning. Ved anlæg har jorden haft et vandindhold, der omtrent svarer til markkapacitet. Dog var jorden meget tør ved Roskilde 1968.

Den første måned efter såning blev forsøgsstationernes fordampningsmålere i reguleret 3 gange ugentlig med 1 mm nøjagtighed, og nedbøren blev målt ved jordoverfladen. Derved er det mu-

ligt at undersøge vejrligets indflydelse på planternes fremspiring og den tidligste udvikling.

Fordampningen fra bar jord er mindre end fra bevokset jord. Fordampningstallene giver derfor ikke direkte oplysninger om jordens fugtighed, men giver en god orientering om de klimatiske betingelser.

En opgørelse viser, at vandbalancen (nedbør ÷ fordampning) i intet tilfælde har øvet indflydelse på fremspiringen og den første udvikling, når blot såningen er gennemført tidligst mulig, efter at jorden er blevet bekvem til bearbejdning, samt når kærnerne er dækket med et tyndt lag jord.

Det største nedbørsunderskud 1 måned efter såning målt i 1970, hvor såningen blev gennemført i slutningen af april og begyndelsen af maj måned. Trods den sene såning og det store nedbørsunderskud blev plantebestanden alle steder god. Udbyttet blev alle steder - bortset fra Lundgaard og Højer - dette år det hidtil laveste, men dette skyldes snarere de sene såtidspunkter end spiringsbetingelserne.

En oversigt over vandbalancen er for månederne april-juni vist i tabel 3. Positive tal betyder, at nedbøren har været større end fordampningen og negative tal, at fordampningen har været større end nedbøren. Af tabellen fremgår det, at det største nedbørsunderskud oftest forekommer i juni måned. Det ses endvidere af tabellen, at det mindste underskud er målt ved Askov og Lundgaard og det største ved Roskilde.

4. Måleudstyr

4.1. Porøsitetsmåling

Porøsitetsmålingen er foretaget ved udtagning af jordprøver i naturlig lejring med 100 cm³-mæssingecylindre. Ringenes indhold er overført til blikdåser til hjemtransport, vejning og tørring ved 105°C i laboratoriet.

$$\text{Volumenvægten, } \rho_t = \frac{\text{tørvægt}}{\text{rumfang}}, \text{ g/cm}^3 \text{ og}$$

$$\text{Porerumfang i pct.} = \frac{\rho_r \div \rho_t}{\rho_r} \times 100$$

hvor ρ_r er massefylden af de faste partikler. Der er regnet med 2,65 ved disse beregninger.

Tabel 3. Vandbalance i april-juni, mm underskud*
(nedbør ÷ fordampning fra 1/3 m² fordampningsmåler)

		1968	1969	1970	1971
	Sådato	25/3	11/4	28/4	16/4
Jyndeved	april.....	÷ 29,5	÷ 12,1	83,6	÷ 17,2
	maj.....	÷ 15,4	25,1	÷ 55,7	÷ 73,0
	juni.....	÷ 18,8	÷ 26,2	÷ 96,9	5,4
	Sådato	26/3	9/4	27/4	14/4
Lundgaard	april.....	0,5	15,8	84,8	÷ 18,2
	maj.....	÷ 19,8	34,1	8,2	÷ 52,8
	juni.....	1,1	÷ 38,7	÷ 24,7	7,1
	Sådato	28/3	17/4	30/4	22/3
Tylstrup	april.....	17,8	6,4	50,8	÷ 9,4
	maj.....	÷ 19,8	41,1	÷ 34,5	÷ 34,3
	juni.....	÷ 11,0	÷ 68,2	÷ 83,0	÷ 19,6
	Sådato	18/4	13/5	1/5	22/4
Borris	april.....	14,7	11,6	50,2	÷ 32,4
	maj.....	÷ 34,2	53,2	÷ 41,8	÷ 18,6
	juni.....	17,9	÷ 43,5	÷ 40,3	÷ 1,9
	Sådato	18/4	24/4	12/5	15/4
Askov	april.....	12,1	12,5	77,4	÷ 10,1
	maj.....	0,3	71,1	÷ 13,8	÷ 45,1
	juni.....	20,3	÷ 24,2	÷ 17,2	11,6
	Sådato	23/4	29/4	—	20/4
Roskilde	april.....	÷ 28,0**	÷ 3,7	44,0	÷ 6,8
	maj.....	÷ 30,1**	11,4	÷ 60,0	÷ 71,7
	juni.....	÷ 63,5**	÷ 77,8	÷ 121,4	÷ 11,1
	Sådato	9/4	12/4	5/5	19/4
Rønhave	april.....	÷ 37,0	÷ 2,3	87,2	÷ 11,9
	maj.....	÷ 16,2	12,6	÷ 52,2	÷ 82,3
	juni.....	÷ 18,5	÷ 37,5	÷ 91,2	53,7
	Sådato	10/4	10/4	8/5	15/4
Højer	april.....	÷ 33,2	÷ 27,7	50,2	÷ 23,3
	maj.....	÷ 24,8	23,5	÷ 53,9	÷ 58,2
	juni.....	÷ 4,7	÷ 28,7	÷ 77,8	÷ 16,7
	Sådato	24/4	10/4	8/5	—
Ribe	april.....	÷ 10,8	÷ 10,0	60,5	÷ 23,7
	maj.....	÷ 40,2	40,0	÷ 41,4	÷ 76,2
	juni.....	÷ 21,4	1,9	÷ 17,2	÷ 21,8

**Højbakkegård

*) Meteorologiske data fra Statens Forsøgsstationer og andre lokaliteter 1968-1971.
Statens Forsøgsstation, Jyndeved.

Vandindholdet beregnes på grundlag af tør jord, og luftindholdet beregnes som differens mellem porerumfang og vandindhold.

Der er i hver parcel udtaget 9 prøver tilfældigt fordelt indenfor et areal på ca. 1 m². Jordprøverne er det første år udtaget i 2 dybder, nemlig 2-6 cm og 8-12 cm dybde. Udtagning af prøver i 2-6 cm dybde ved hjælp af 100 cm³-ringe viste sig at være meget vanskeligt, især efter fremspiring, fordi jorden da er meget løs. Resultaterne af målingerne i 2-6 cm dybde viste sig også at være af ringe værdi, på grund af ret stor variation mellem fællesprøverne, samt på grund af ret små forskelle, der i dette lag var mellem forsøgsledene. Forskelle mellem de forskellige forsøgsled fremtrådte tydeligst i 8-12 cm dybde. Ved udtagning af prøver i denne dybde bør det bemærkes, at prøverne i forsøgsled 1-3 med den overfladiske harvning er udtaget under harvningsdybden, og resultaterne er således ikke et udtryk for selve jordbearbejdningen, men et udtryk for de ændringer der sker som følge af færdsel på jorden.

I forsøgsled A-C (harvedybde 13-15 cm) er jordprøverne udtaget i det harvede lag, og resultaterne udtrykker såvel effekten af harvningen som færdselen på jordoverfladen under og efter bearbejdningen.

Prøveudtagningen vanskeliggøres ved, at der efter forårsharvning, såning og gødningsudbringning er mange hjulspor, som er vanskelige at undgå. Derfor er en del af prøverne udtaget i hjulsporene medens andre er udtaget mellem disse.

4.2. Antal prøver og sikkerheden på prøveudtagningen

Som nævnt er jordprøverne udtaget tilfældigt på ca. 1 m² pr. parcel. Antal fællesprøver er fastlagt på grundlag af egne prøveudtagninger og beregninger, samt efter *de Boodt* (1967).

På grundlag af 3 års resultater er der i tabel 4 vist en oversigt over sikkerheden på prøveudtagningen. Tabellen omfatter det antal prøver, der ligger til grund for beregningerne, gennemsnit volumenprocent porer (P), vand (V) og luft (L), spredningen absolut og i procent af henholdsvis

P, V og L. Desuden er der foretaget en beregning af det nødvendige antal fællesprøver pr. parcel, når der regnes med variationer på gennemsnit på henholdsvis 5 og 10 procent. Denne beregning er foretaget ved anvendelse af ligningen:

$$n \geq \frac{t^2 \cdot s^2 \cdot 2}{d^2},$$

hvor n er antal prøver, t er t -værdien for $f = n - 1$, hvor f er antal frihedsgrader, s er den gennemsnitlige standardafvigelse eller spredning på gennemsnitstallene for henholdsvis P, V og L, d er variationen på gennemsnitstallene, her 5 og 10 procent af disse.

Det fremgår af tabellen, der er beregnet på grundlag af prøveudtagning ved høst, at variationskoefficienten $c = \frac{s \cdot 100}{\text{gns.}}$ på de 9 fællesprøver for P varierer fra 3,7 procent ved Jyndevad og Lundgaard til 6,8 procent ved Rønhave, altså en relativ lille variation.

Variationen på vandbestemmelsen er noget større, fra 5,5 procent ved Roskilde til 13,9 procent ved Jyndevad. Årsagen hertil kan være, at fugtigheden i de øverste jordlag er uens fordelt på grund af uens fordeling af rodmassen eller uens fordeling af fugtigheden efter regn på grund af større eller mindre knolde, skorpedannelser eller sten, samt på grund af årsvariationer, der kan være ret store.

Variationen i luftindholdet er ved Jyndevad 6,3 procent og ved Ribe 31,1 procent.

Beregning af det nødvendige antal fællesprøver pr. parcel viser, for porerumfangets vedkommende, at såfremt den målte differens er ≤ 5 procent har antallet af fællesprøver været tilstrækkeligt de fleste steder. På de lettere jorde kan antallet endda reduceres ganske betydeligt. Ved Jyndevad og Lundgaard vil 4 fællesprøver være tilstrækkeligt. Ved Tylstrup og Borris 6 og ved Roskilde 7 fællesprøver. Ved Askov og Ribe er 9 passende. For Højer og Rønhaves vedkommende har 9 fællesprøver ikke været tilstrækkeligt. Der skal tages henholdsvis 11 og 14, såfremt den målte differens skal være mindre end 5 procent.

Tabel 4. Sikkerheden på de udtagne jordprøver

Gns. vol. pct., spredning (s) og spredning i pct. (c) af gns. ved udtagning af 9 fællesprøver pr. parcel, samt beregning af antal fællesprøver pr. parcel, når der regnes med en variation på henholdsvis 5 og 10 pct. Jordprøverne er udtaget ved høst.

	Antal prøver	Gennemsnit			Antal fællesprøver v. variation	
		vol. pct.	s	c	5 pct.	10 pct.
Pororumfang (P)						
Jynde vad ..	405	48,7	1,78	3,7	4	1
Lundgaard.	270	46,9	1,72	3,7	4	1
Tylstrup ...	405	52,6	2,28	4,3	6	2
Borris	243	48,6	2,19	4,5	6	2
Askov	243	46,2	2,45	5,3	9	2
Roskilde ...	162	50,8	2,34	4,6	7	2
Rønhave ...	243	44,7	3,04	6,8	14	4
Højer	243	52,3	2,64	5,1	11	2
Ribe	144	56,2	3,04	5,4	9	2
Vandindhold (V)						
Jynde vad	10,2	1,43	13,9	60	15	
Lundgaard	12,9	0,85	6,6	13	3	
Tylstrup	18,3	1,74	9,5	27	7	
Borris	15,9	1,03	6,6	13	3	
Askov	24,2	1,40	5,8	10	3	
Roskilde	15,4	0,85	5,5	9	2	
Rønhave	23,8	2,11	8,9	24	6	
Højer	35,6	2,59	7,3	16	4	
Ribe	41,5	2,35	5,7	10	2	
Luftindhold (L)						
Jynde vad	38,5	2,44	6,3	12	3	
Lundgaard	34,0	2,22	6,5	13	3	
Tylstrup	34,3	3,55	10,4	33	8	
Borris	32,9	3,01	9,1	26	6	
Askov	22,0	3,60	16,4	82	21	
Roskilde	35,4	3,06	8,6	23	6	
Rønhave	20,9	4,51	21,6	142	36	
Højer	16,7	4,59	27,4	228	58	
Ribe	14,6	4,55	31,1	300	75	

På grund af den nævnte usikkerhed på bestemmelse af V og L skal der tages betydeligt flere fællesprøver, såfremt variationen skal holdes under 5 procent. For vandindholdets vedkommende er det kun ved Roskilde, at 9 prøver har

været tilstrækkeligt. De fleste steder skal der tages betydeligt flere prøver. Det samme gør sig gældende for luftindholdets vedkommende, hvor antal fællesprøver alle steder skal være større. Enkelte steder skal der tages et meget stort antal.

I de enkelte tilfælde vil en lavere grad af sikkerhed ofte være acceptabel ved undersøgelser af denne art. I tabellen er derfor beregnet antal fællesprøver pr. parcel, såfremt den målte differens ≤ 10 procent. Der skal i dette tilfælde udtages $1/4$ af antallet, som er nødvendigt, ved en mindste differens på 5 procent. Ved bestemmelse af P er 1-4 prøver tilstrækkeligt, afhængig af jordtypen. Ved bestemmelse af V er 2-6 prøver i de fleste tilfælde tilstrækkeligt. Ved Tylstrup kræves 7 og ved Jynde vad kræves 15 fællesprøver. Ved bestemmelse af L vil 3-8 prøver være tilstrækkeligt på de lettere jorde, medens der på de sværere jorde skal tages betydeligt flere fællesprøver.

Ved vurdering af V og L må det tages i betragtning, at der i beregningerne indgår en meget stor årsvariation, som er større for vandindholdets end for pororumfangets vedkommende. Dette giver sig udslag i store variationer i luftindholdet.

En variansanalyse, hvor variationen spaltes i års- og ledvariation, vekselvirkning år \times led samt en rest, der er udtryk for variationen inden for de 9 fællesprøver, viser at prøveudtagnings- og analysefejlen ikke mindskes ved at øge antal fællesprøver til f.eks. 15, og en reduktion i antallet til f.eks. 5 ikke nedsætter sikkerheden væsentligt.

I gennemsnit af de 3 år har 9 fællesprøver altså været rigeligt. Antallet kan, uden nedsættelse af sikkerheden, reduceres til 5.

4.3. Karakter, målinger og bedømmelse af såbedet

Umiddelbart efter harvning er bearbejdningsdybden målt ved at stikke en målestok gennem det bearbejdede lag indtil den kom til fast bund. Der er foretaget 8-10 målinger pr. parcel.

Metoden er behæftet med ret stor usikkerhed på grund af overfladens ujævnheder, større eller mindre knolde samt den kendsgerning, at jorden, når den bliver harvet, bliver mere porøs, således

at selve jordoverfladen hæves i forhold til det uharvede. På grund af usikkerheden på målingen er den ikke gennemført systematisk i alle forsøg.

Ved bedømmelse af såbedet er der især taget hensyn til antal knolde og overfladens ujævnheder, såsom harvesporenes dybde. Umiddelbart efter jordbehandlingen, men inden kornets såning, er der givet karakterer. Skalaen 0-10 er anvendt, 0 hvor såbedet er jævnt uden væsentlige knolde, og 10 hvor såbedet er ujævnt med mange store knolde. Foruden karaktergivning er der gjort notater om såbedet er løst, fast, knoldet, skorpet samt om mulddybde og bekvemmelighed.

Sådybden er målt ved enten at fjerne jordlaget over de nysåede kærner og derefter måle afstanden fra en vandret placeret linjal, som er i niveau med jordoverfladen, ned til kærnerne, eller efter fremspiring ved at grave planterne op og måle den del af stængelen, som har vokset under jordoverfladen, idet denne del er lysere end de overfladiske dele.

Bege metoder er fejlbehæftede. Ved førstnævnte metode er det vanskeligt at definere jordoverfladen, og desuden vil den nyharvede jord i løbet af nogen tid sætte sig, således at afstanden fra jordoverfladen til kærnerne bliver mindre. Ved sidstnævnte metode er det kun de kærner, der er placeret i et lag, hvor spiringsbetingelserne er tilfredsstillende, der bliver målt. Uspirede kærners sådybde bliver ikke målt.

4.4. Karakter for plantebestand m.v.

Efter såning er der dels gjort notater og dels givet karakter for kærnernes dækning. Karaktererne 0 = ingen kærner dækket og 10 = alle kærner dækket.

Efter fremspiring er der givet karakter for antal fremspirede planter, samt inden buskning optalt planter på 6×1 lb. m pr. parcel. Ved karaktergivningen er skalaen 0-10 anvendt, hvor 0 = ingen planter og 10 = fuld bestand.

Fra skridning til høst er der ca. hver 10. dag givet karakter for lejesæd. Karakteren 0 = ingen lejesæd og 10 = alle strå er gået i leje.

Desuden er der, hvor det skønnedes nødvendigt, givet karakter for grøns kud, kvik og ukrudt.

4.5. Aggregatstørrelsesfordeling

I 1968 er der alle steder udtaget prøver til bestemmelse af aggregatstørrelsesfordelingen. Der er udtaget 1 prøve à ca. 1,5 kg jord pr. parcel i det bearbejdede lag umiddelbart efter jordbehandlingen. Prøverne opbevaredes til tørring ved stuetemperatur, indtil analysen gennemførtes den følgende vinter. Efter tørringen er prøverne sigtet på et sigteapparat med maskestørrelserne 20-6-2 og 0,6 mm, og aggregater $< 0,6$ mm opsamledes på en bakke. Sigteapparatet arbejdede med 400 slag pr. min., slaglængden 22 mm.

Foruden den nævnte prøve p1. parcel er der udtaget en prøve ekstra for at undersøge sigtetiden for de forskellige jordtyper.

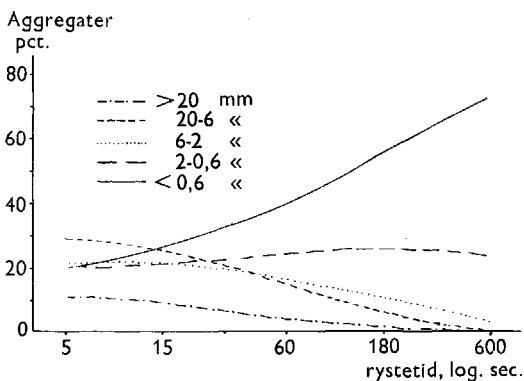


Fig. 1. Prøvesigtning af lerjord, Roskilde 1968. Aggregatstørrelsesfordeling ved forskellig rystetid.

Resultatet af en prøvesigtning på Roskildejord er vist i fig. 1, hvoraf det fremgår, at de store og mellemstore aggregater destrueres, når sigtetiden øges. Samtidig øges mængden af aggregater $< 0,6$ mm, medens mængden af aggregater i størrelsen 2-0,6 mm er nogenlunde konstant. Prøvesigtningen er et udtryk for de forskellige jordes aggregatstabilitet.

Askovjorden viste omtrent samme kurveforløb som Roskildejorden. Det vil sige, at de to jorde har nogenlunde samme aggregatstabilitet.

Ved prøvesigtningen viste det sig, at sandjordens aggregater var så ustabile, at de destrueredes efter få sekunders sigtning. Borrisjorden, der betegnes som fin sandjord, tålte sigtning i 15-20

sec. inden hovedparten af aggregaterne var destrueret.

Prøvesigtningen på sandjord incl. Borris viste, at analysen var uanvendelig til disse jorde.

Analysen af Højer- og Rønhavejord viste, at disse jorde har en lidt større aggregatstabilitet end Askov og Roskilde. Det vil sige, at de store og mellemstore aggregater ikke destrueres så hurtigt, og dermed bliver mængden af små aggregater ikke så stor som ved Askov og Roskilde.

Den svære marskjord ved Ribe var så stabil, at aggregatstørrelsesfordelingen ændredes meget lidt med øget rystetid. Da sigteanalyserne skal vise forholdene, som de findes i marken, bør sigtetiden være kortest mulig for at undgå destruktion af aggregaterne. På grundlag af prøve-sigtningerne fastlagdes en rystetid på 15 sec.

5. Resultater

5.1. Udbytter

Udbytteresultaterne er vist i hovedtabellerne 1 og 2 for henholdsvis sand- og lerjord.

I det følgende vil selve harvningsforsøget (forsøgsled A-C og 1-3) blive behandlet særskilt, medens de specielle undersøgelser som tromling om vinteren og efter såning samt N mængderne vil blive behandlet senere.

Forsøget er som tidligere nævnt anlagt som krydset split plot uden fællesparceller. Det enkelte års forsøgsresultater kan derfor ikke tillægges særlig stor betydning, da eventuel jordvariation, tidspunkt for behandling eller klimaet kan give lige så store eller endda større udslag end selve forsøgsbehandlingen. Forsøget skal derfor vurderes på grundlag af gennemsnitstallene, som er vist i tabel 5. Tallene dækker over ret betydelige årsvariationer, især på sandjord, hvor tørke ofte har reduceret udbyttet betydeligt.

Variansanalyser på de enkelte steders resultater viser en sikker årsvariation, men ingen statistisk sikker forskel mellem forsøgsleddene, hverken på sand- eller lerjord. Betragtes udbyttetallene for de enkelte forsøgssteder, ses det, at forskellen mellem forsøgsbehandlingerne er meget små og nogenlunde ens alle steder. Der er de fleste steder tendens til, at det laveste udbytte forekommer, hvor der ikke er foretaget nogen behandling eller kun en fældning. Ved Borris og Tylstrup er der dog høstet betydelige udbytter, hvor der ikke er foretaget nogen behandling.

For sandjordenes vedkommende ses det, at dyb harvning alene, såvel 1 som 2 gange, ikke har forøget udbyttet væsentlig i forhold til det ubehandlede forsøgsled. 1 eller 2 lette harv-

Tabel 5. Udbytte i hkg kærne pr. ha

Antal dybe harvninger	0			1			2-3			
	0	1	2-3	0	1	2-3	0	1	2-3	
Antal år										
Jydevad	4	28,6	28,2	29,3	29,4	28,5	30,1	29,5	29,8	29,5
Lundgaard	4	27,7	32,2	33,0	30,6	32,3	34,1	32,1	32,4	34,7
Tylstrup	4	45,0	47,4	46,8	44,4	46,4	45,3	43,2	45,7	45,3
Borris	4	40,8	38,1	39,8	40,0	38,2	39,1	40,0	39,7	38,8
Askov	4	39,5	40,8	42,3	39,9	40,3	40,9	40,8	41,6	42,4
Roskilde	3	40,4	41,0	42,1	38,9	39,0	39,6	40,5	42,0	43,1
Rønhave	4	37,0	43,6	48,4	47,4	46,6	46,7	47,5	47,6	46,2
Højer	4	46,5	52,5	54,7	54,2	54,7	57,3	55,6	52,7	55,1
Gns. sandjord . .	12	33,8	35,9	36,4	34,8	35,7	36,5	35,0	35,9	36,5
Gns. lerjord . . .	19	40,9	43,3	45,6	44,4	44,0	45,0	45,1	44,9	45,2
Antal tallerkenharvninger										
Antal lette harvninger										
Antal år										
Ribe	3	52,9	53,7	51,5	48,0	52,5	50,9	51,1	49,0	

ninger har ikke påvirket udbyttet ved Jynde-
vad. 1 gang let harvning giver et lille merudbytte
ved Lundgaard og Tylstrup. Ved Lundgaard er
der yderligere en lille stigning for 2 gange let
harvning, men derimod ingen virkning ved
Tylstrup.

Forsøget på sandjord viser, at 1-2 gange let
harvning (i 3-5 cm dybde) er tilstrækkeligt, og
såfremt jorden er så løs, at kærnerne ved såning
kan blive dækket med et tyndt lag jord, kan harv-
ning helt undlades.

For Borrisjordens samt for lerjordenes ved-
kommende ses det, at hverken 1 eller 3 gange
dyb harvning ved Borris, Askov eller Roskilde
har givet større udbytte end i de uharvede forsøgs-
sled. Ved Rønhave og Højer har 1 gang dyb
harvning givet merudbytter på henholdsvis 10,4
og 7,7 hkg i forhold til uharvet og 3 gange dyb
harvning henholdsvis 10,5 og 9,1 hkg. Disse ud-
slag er af en sådan størrelse, at det kan konkluderes,
at såning direkte på furen - selv efter fældning -
ikke kan tilrådes på disse jordtyper.

Når der er harvet dybt - 1 eller 3 gange - øges
udbyttet ved Borris ikke yderligere ved at fore-
tage let harvning.

Ved Askov og Roskilde øges udbyttet ikke,
når der foretages let harvning efter 1 gang dyb
harvning, men derimod forekommer der en
mindre udbyttestigning ved let harvning efter 3
gange dyb harvning.

Let harvning alene giver merudbytte i forhold til
uharvet ved både Askov, Roskilde, Rønhave og

Højer, største merudbytte efter 3 gange let harv-
ning.

Forsøget på lerjord viser da, at 1-3 gange let
harvning er tilstrækkeligt ved Askov og Roskilde.

På de lidt sværere jorde ved Rønhave og Højer,
er der opnået de største udbytter efter 3 gange let
harvning, men lige så store udbytter er enkelte
år opnået efter 1 gang dyb harvning med 1 gang
let harvning. På de sværere lerjorde kan der altså
i år, hvor jorden er meget »tung« eller skorpet,
være anledning til at harve en gang dybt og 1-2
gange overfladisk.

Forsøgsplanen for den svære marsk ved Ribe
fremgår af tabel 5 nederst. Det ses, at der ikke
er høstet noget merudbytte for tallerkenharv-
ning, samt at udbyttet falder med stigende harv-
ningsintensitet. 1-3 gange let harvning må anses
for at være passende, afhængig af jordens tilstand
det enkelte år.

5.2. Bearbejdningsdybde

Den målte bearbejdningsdybde er vist i tabel 6.
I det ubehandlede forsøgsled er der på sandjor-
dene ikke foretaget nogen behandling, og på
lerjorden er der i enkelte forsøg foretaget en fæld-
ning, hvorfor der blev meget lidt muld til at
dække kærnerne med.

På sandjordene varierer harvningsdybden fra
3,4 til 4,8 cm efter let harvning alene. Efter dyb
harvning alene varierer dybden fra 9,0 til 10,0 cm.

På lerjordene varierer harvningsdybden fra 2,5
til 6,0 cm efter let harvning, og efter dyb harv-

Tabel 6. Bearbejdningsdybde, cm

Antal dybe harvninger	0			1			2-3			LSD ₉₅	
	0	1	2-3	0	1	2-3	0	1	2-3		
	Antal år										
Jynde- vad	2	0	3,7	4,6	9,3	8,9	8,4	9,3	6,9	7,5	
Lundgaard	1	0	3,4	4,6	9,4	10,6	8,1	9,1	9,1	9,1	
Tylstrup	2	0	4,5	4,8	9,0	9,5	9,5	10,0	10,0	10,0	
Borris	2	0	4,5	5,5	14,1	13,2	8,5	15,2	13,9	8,3	
Askov	2	1,5	4,5	5,0	14,0	10,5	7,5	14,0	11,0	8,5	
Roskilde	2	0,8	2,5	6,0	14,0	13,3	9,5	14,3	12,3	8,6	
Rønhave	4	0,4	4,2	5,3	10,5	9,7	8,8	12,1	11,1	9,3	
Højer	3	1,3	5,1	6,0	12,2	8,9	9,0	12,7	9,5	8,2	
Gns. sandjord	5	0	4,0	4,7	9,4	9,5	8,8	9,5	8,6	8,8	0,9
Gns. lerjord	13	0,8	4,5	5,5	12,5	10,7	8,7	13,3	11,3	8,6	1,1

Tabel 7. Karakter for såbed

0 = jævnt og fint, 10 = ujævnt og knoldet

Antal dybe harvninger		0			1			2-3			LSD _{9,5}
Antal lette harvninger		0	1	2-3	0	1	2-3	0	1	2-3	
Antal forsøg											
Jyndeved	3	(2,0)	3,7	2,7	6,0	3,3	2,3	4,7	3,0	2,7	
Lundgaard	3	(0,3)	3,3	2,3	6,0	3,3	2,7	5,0	2,3	2,0	
Tylstrup	3	(3,0)	4,5	2,5	4,0	3,5	3,5	4,5	3,0	2,0	
Borris	3	(4,0)	5,3	2,7	5,7	4,3	2,3	4,0	3,3	2,3	
Askov	4	(1,3)	5,5	3,3	7,0	5,0	3,3	4,5	3,5	2,3	
Roskilde	3	(5,0)	4,7	3,0	6,0	5,0	3,8	5,3	4,3	3,7	
Rønhave	4	(4,5)	5,0	3,0	6,0	4,5	3,3	4,3	3,3	2,5	
Højer	4	(8,0)	5,5	3,8	6,8	4,8	3,3	4,5	3,5	2,8	
Gns. sandjord . . .	9	(1,6)	3,8	2,5	5,5	3,4	2,8	4,8	2,8	2,3	1,2
Gns. lerjord . . .	18	(4,6)	5,2	3,2	6,3	4,7	3,2	4,5	3,6	2,7	0,9

ning fra 10,5 til 15,2 cm. I forsøgsled med dyb harvning på lerjord efterfulgt af let harvning er der målt en betydelig mindre harvningsdybde end efter dyb harvning alene, hvilket skyldes, at der ved den lette harvning sker en sammentrykning af jorden under færdselen.

Harvningsdybden er tilsyneladende nogenlunde konstant fra år til år de enkelte steder, men varierer lidt fra sted til sted.

Måling af harvningsdybden viser, at det har været muligt nogenlunde at holde de foreskrevne dybder, ialtfald på sand- og den lette lerjord, hvorimod det har knebet lidt med at få harven dybt nok i jorden ved Rønhave og Højer, som er sværere end de øvrige jorde.

5.3. Bedømmelse af såbed

Bedømmelse af såbedet giver langt fra et fyldestgørende svar på spørgsmålet om såbedets kvalitet og om kærnernes spiringsbetingelser. Der kan være andre ting, der burde måles og bedømmes, f.eks. det bearbejdede lags porøsitet, vand- og luftindhold, eller aggregaternes stabilitet, som vil være afhængig af f.eks. frostens indvirkning, fugtighed ved harvning m.v.

Karaktererne for såbed er vist i tabel 7. Karaktererne i det ubehandlede forsøgsled er sat i parantes, da jorden som oftest ikke er løsnet, men derimod mere eller mindre skorpet. Karaktererne er gennemgående lidt lavere på sand- end på lerjord, hvilket skyldes, at de knolde, der

måtte være på sandjorden, lettere knuses. De højeste karakterer findes efter 1 gang dyb harvning. Ved den dybe harvning trækkes der en del knolde op til overfladen. Disse knuses ved flere gange harvning, og bedst når harvningen er overfladisk.

De laveste karakterer, og dermed det mest ensartede såbed opnås efter overfladisk harvning.

En beskrivelse af såbedet er vanskelig at samle i en oversigt, men det gennemgående træk for alle forsøgssteder på lerjord er, at den ubehandlede parcel er blevet karakteriseret som værende meget ubekvem på grund af skorpedannelse og manglende muldrag. I cirka 50 procent af tilfældene er såbedet efter 1 gang let harvning blevet karakteriseret som ubekvemt. I cirka 30 procent af tilfældene er såbedet efter 1 gang dyb harvning blevet karakteriseret som ubekvemt. De øvrige forsøgsled er alle karakteriseret som værende bekvemme indenfor ret vide grænser med hensyn til knolde og ujævnheder m.v.

5.4. Sådybde

Sådybden fremgår af tabel 8, der viser gennemsnitsresultaterne for de enkelte steder, samt gennemsnit for henholdsvis sand- og lerjord. Sådybden varierer en del fra år til år de enkelte steder, især i det forsøgsled, der er ubehandlet eller behandlet mindst. Årsagen til variationerne kan være vanskelig at forklare, da der er tilstræbt samme harvningsdybde fra år til år. Jordens

Tabel 8. Sådybde, cm

Antal dybe harvninger	0			1			2-3			LSD ₉₅	
	0	1	2-3	0	1	2-3	0	1	2-3		
Antal lette harvninger	Antal år										
Jynde vad	4	3,0	4,9	5,4	6,4	6,1	5,5	5,7	6,4	5,7	1,3
Lundgaard	4	1,0	3,2	4,4	4,8	5,3	5,3	5,2	5,5	5,5	1,9
Tylstrup	3	2,3	3,7	4,6	5,4	5,9	6,0	6,0	6,1	6,1	1,5
Borris	4	2,1	3,7	4,1	5,8	6,4	6,1	7,4	7,5	6,6	1,0
Askov	4	1,4	2,6	2,6	5,0	4,3	4,0	5,3	5,6	5,5	1,2
Roskilde	2	2,0	3,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,5	3,5	4,0	1,2
Rønhave	4	0,8	2,4	4,0	4,8	4,6	5,4	6,3	6,1	6,5	2,0
Højer	3	1,9	2,6	2,9	3,4	3,3	3,4	3,8	3,8	4,0	—
Gns. sandjord . . .	11	2,1	4,0	4,8	5,5	5,8	5,6	5,6	6,0	5,8	0,7
Gns. lerjord	17	1,6	2,9	3,6	4,8	4,7	4,7	5,6	5,6	5,5	0,6

fugtighed og aggregering kan have en vis betydning, ligesom hastigheden hvormed såningen er foretaget samt de enkelte såmaskiners jordsøgende evne. Af tabellen ses, at flere gange let eller dyb harvning alene øger sådybden. Dyb harvning efterfulgt af let harvning giver nogenlunde samme sådybde uanset antal lette harvninger.

I det ubehandlede forsøgsled er sådybden ofte mindre end 2 cm på grund af manglende løsning, således at en del kærner ligger på jordoverfladen og enten ikke spirer eller ædes af fugle. En undtagelse herfra er dog Borris, Jynde vad og Tylstrup, hvor jorden er meget løs, således at såmaskinen i de fleste tilfælde kan placere kærnerne i en passende dybde, uden at der er foretaget harvning.

Sådybden varierer også en del fra sted til sted.

Ved Højer er den i gennemsnit 3,2 cm medens den ved Borris er 5,5 cm.

5.5 Kærnernes dækning

Karaktererne viser, at dækningen ofte er utilstrækkelig i de ubehandlede forsøgsled, samt hvor der kun er foretaget 1 gang let harvning. I de øvrige forsøgsled har dækning i næsten alle tilfælde været tilfredsstillende.

5.6 Planternes fremspiring

Antal fremspirede planter pr. lb. m er vist i tabel 9. Det ses, at der er ret ringe variation mellem forsøgsstederne, ligesom der kun ved Lundgaard, Rønhave og Højer er fundet statistisk sikre udslag for forsøgsbehandlingen. Ved Lundgaard er det kun det ubehandlede forsøgsled der med sik-

Tabel 9. Antal fremspirede planter pr. lb. m

Antal dybe harvninger	0			1			2-3			LSD ₉₅	
	0	1	2-3	0	1	2-3	0	1	2-3		
Antal lette harvninger	Antal forsøg										
Jynde vad	4	37	41	41	40	42	41	39	42	43	—
Lundgaard	4	19	35	38	35	39	40	38	39	40	11
Tylstrup	3	28	42	37	42	40	44	39	44	43	—
Borris	4	43	44	44	38	44	38	40	40	41	—
Askov	4	32	45	45	43	43	45	45	46	45	—
Roskilde	2	43	49	46	45	45	49	42	46	44	—
Rønhave	3	12	28	39	37	40	40	40	38	41	11
Højer	4	19	33	38	27	32	33	29	31	37	8
Gns. sandjord . . .	11	28	39	39	39	40	42	39	42	42	5
Gns. lerjord	17	29	39	42	37	40	40	39	40	41	4

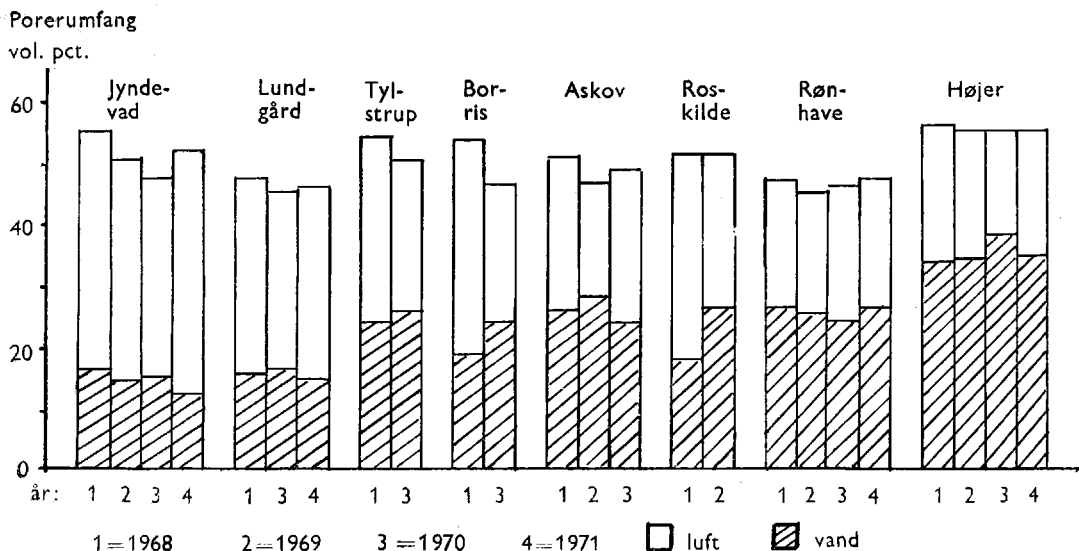


Fig. 2. Porøsitetsbestemmelse i 8-12 cm dybde inden harvning. (Porerumfang = vand + luft).

kerhed afviger fra de øvrige, ved Rønhave er det det ubehandlede forsøgsled samt 1 gang let harvning, og ved Højer det ubehandlede samt 1 og 3 gange dyb harvning, der med sikkerhed afviger fra de øvrige.

De forskellige harvningsintensiteter har altså øvet en meget ringe indflydelse på antal fremspirede planter, når der ses bort fra det ubehandlede forsøgsled, hvor sådybden har været ringe og dækningen i mange tilfælde dårlig.

5.7. Karakter for bestandens tæthed

Karaktererne viser, at der ofte er udviklet en god plantebestand, selvom kærnerne er dårligt dækkede. Det vil sige, at kærnerne ved passende fugtighedsforhold spirer, selvom de ligger ovenpå jorden, men såfremt der forekommer tørke efter såningen, spirer de ikke.

5.8. Ukrudt

Der er givet karakter for bestanden af ukrudt på sprøjtetadiet, men der er ikke konstateret nogen forskel i bestanden mellem de forskellige forsøgsbehandlinger.

I de fleste tilfælde er der sprøjtet mod frøukrudt i forsøget.

5.9. Lejesæd

På sandjordene er det kun ved Tylstrup, der har været lejesæd i mindre omfang, og der var ingen forskel mellem forsøgsbehandlingerne.

På lerjordene har der været lejesæd ved Askov, Rønhave og Højer, og der er heller ikke disse steder konstateret forskel mellem forsøgsbehandlingerne.

5.10. Porøsitetsmålinger

Resultaterne af prøveudtagningen ved anlæg er vist i fig. 2. (Da forsøgsbehandlingen ofte skete samme dag flere steder, har det ikke været muligt at udtage prøver alle steder alle år).

Af figuren ses det, at porøsiteten varierer såvel mellem stederne som mellem årene.

Forsøgsbehandlingen er hvert år søgt gennemført, når jorden er tjenlig, det vil sige, når den »falder godt for redskabet«. Vandindholdet ved anlæg vil da være omkring eller lidt under markkapacitet. Forskelle i luft- og vandindhold ved anlæg kan foruden harvningstidspunktet også skyldes forskelle i porøsiteten.

Porøsitet, vand- og luftindhold er vist i fig. 3 såvel efter fremspiring som efter høst.

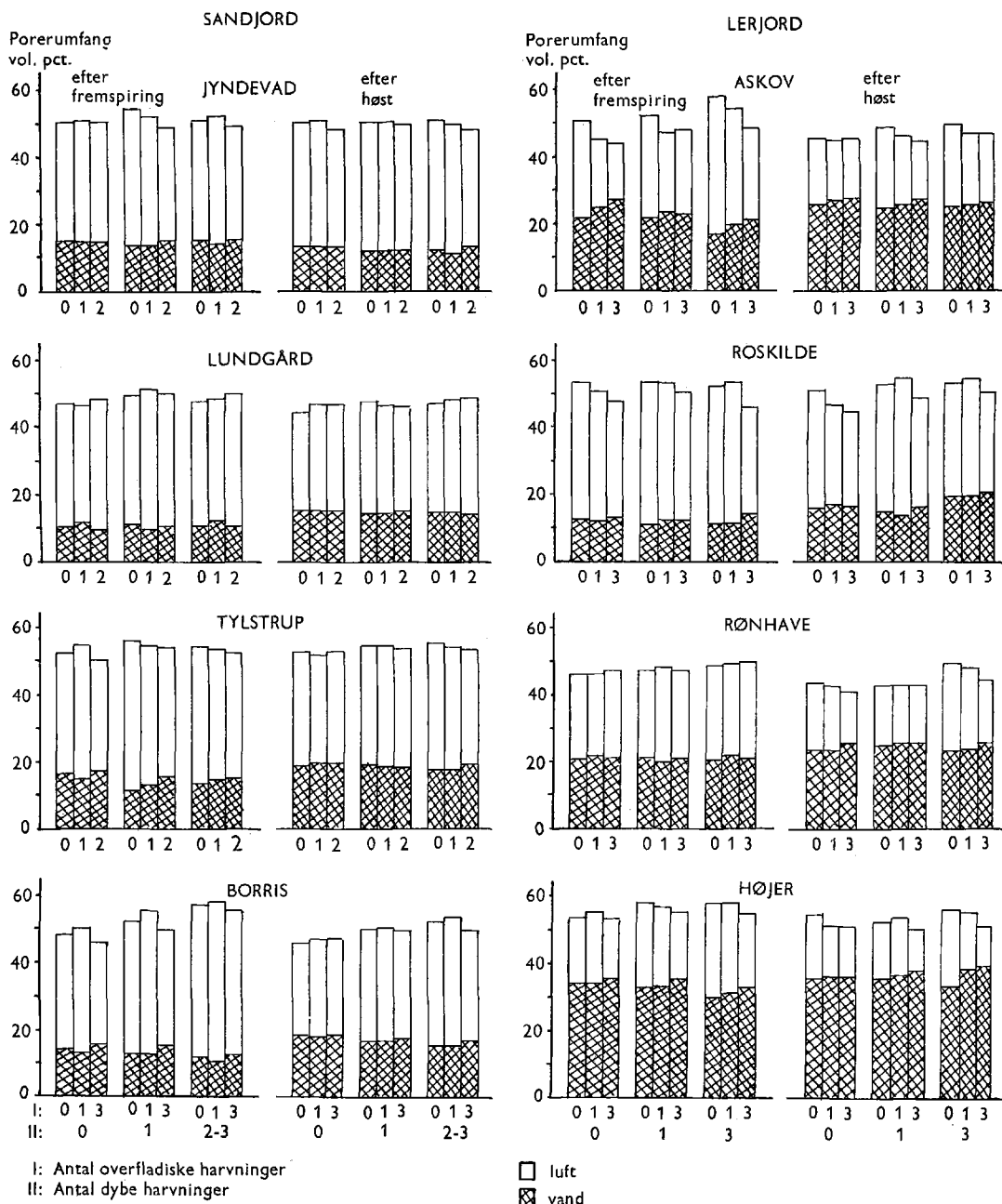


Fig. 3. Porøsitsbestemmelse i 8-12 cm dybde efter fremspiring og efter høst. Gennemsnit af 2-4 år.

Ved Jyndevad, Højer og Rønhave er målingerne gennemført systematisk såvel ved fremspiring som ved høst alle 4 år. De øvrige steder er

der i nogle år udtaget prøver ved fremspiring og i alle tilfælde, bortset fra Roskilde, ved høst.

Variationen i porøsiteten fra år til år er ved

prøveudtagningen efter fremspiring kun statistisk sikker enkelte steder, hvorimod der i alle tilfælde - bortset fra Askov - er statistisk sikker årsvariation efter prøveudtagning ved høst.

Såvel vand- som luftindholdet varierer meget fra år til år, både på ler- og sandjord, afhængig af tidspunktet for prøveudtagningen.

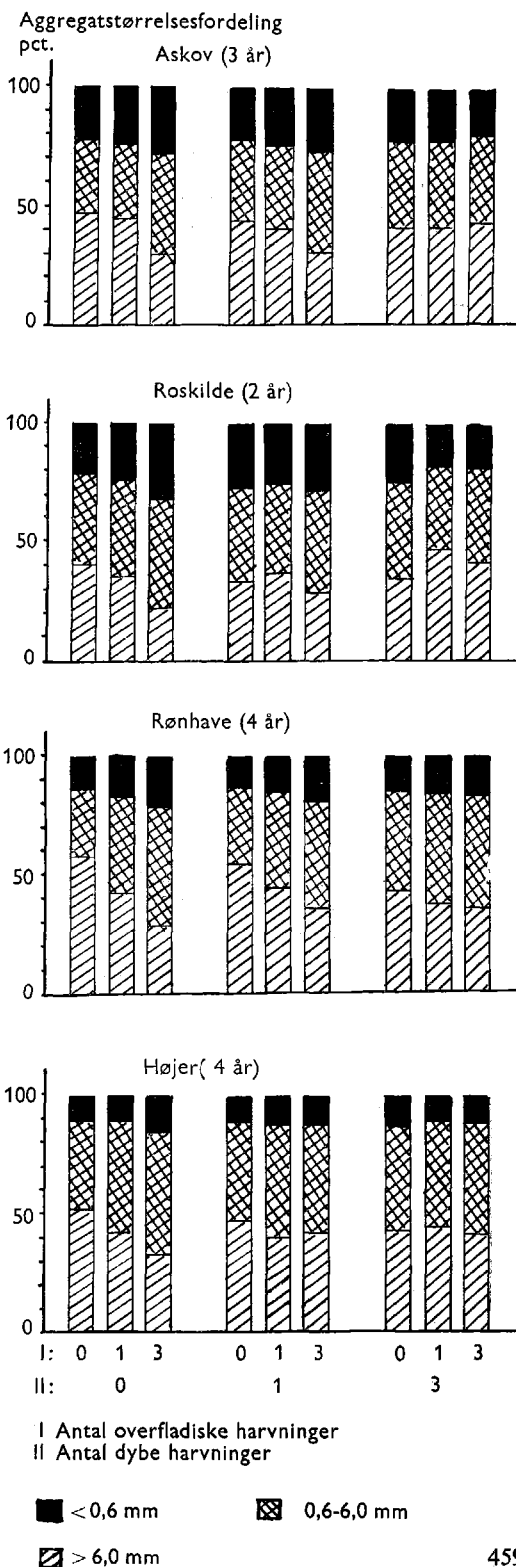
Der er ikke meget i undersøgelsen, der tyder på, at vandindholdet efter fremspiring er påvirket af nogen bestemt behandling. Dette kan hænge sammen med, at jordbehandlingen ikke har strakt sig over flere dage, men er gennemført samme dag i alle parcellerne. Der er dog en tendens til, at vandindholdet stiger med øget harvningsintensitet, men hvor dette er tilfældet, viser det sig, at porøsiteten samtidig er mindre. Det vil sige, at vandindholdet i volumenprocent ikke er påvirket af harvningen, men af den pakning, der sker ved harvningen.

På sandjordene har 1 dyb harvning øget porøsiteten lidt, og 2 gange dyb harvning har igen reduceret porøsiteten til samme niveau, som hvor der ikke er harvet. Virkningen af dyb harvning er på sandjord delvis udjævnet ved høst. På lerjordene - bortset fra Roskilde - øges porøsiteten efter såvel 1 som 3 gange dyb harvning. Virkningen holder sig sommeren igennem og kan måles igen ved høst.

Da jordprøverne som nævnt er udtaget i 8-12 cm dybde, måles den lette harvnings indflydelse på porøsiteten ikke. Af figuren fremgår det, at der sker en reduktion i porøsiteten, for hver gang der harves let. Især hvor jorden efter dyb harvning er blevet løsnet, sker der en betydelig reduktion i porøsiteten. Reduktionen i porøsiteten forårsager, at vandindholdet øges og luftindholdet reduceres. Fugtighedsforholdene har aldrig været så ugunstige, at færdselen har forårsaget en ødelagt jordstruktur.

Selvom der er målt statistisk sikre forskelle i såvel pore-, vand- og luftindhold afviger ingen af disse størrelser så meget, at det har haft indflydelse på hverken fremspiringen eller den videre udvikling.

Fig. 4. Aggregatstørrelsesfordeling i det bearbejdede lag (0-5 cm dybde) efter harvning.



I løbet af vækstsæsonen er der sket en ændring i muldlagets porøsitet som følge af naturlig sætning, nedbør og færdsel på jorden. Det ses af fig. 3, at der i de fleste tilfælde sker en sætning, og at denne er størst, hvor porøsiteten har været stor.

5.11. Aggregatstørrelsesfordeling

Resultaterne af sigteanalyserne fremgår af fig. 4, der viser gennemsnit af årene. Gennemsnitstallene dækker dog over betydelige variationer fra år til år. For at lette oversigten er fraktionerne >20 og $20-6$ mm samt $6-2$ og $2-0,6$ mm slået sammen. I 1968 og 1969 findes størstedelen af aggregaterne i gruppen $0,6-6,0$ mm, medens resultaterne fra 1970 viser, at der dette år er langt flere grove aggregater >6 mm.

Årsagerne til årsvariationerne kan være forskelligt vandindhold i de øverste få cm af muldlaget, forskellig smuldring som følge af frosten eller større eller mindre nedbørsmængder.

Af figuren ses det, at der ved såvel let som dyb harvning alene sker en smuldring af aggregater >6 mm, hvorved mængden af aggregater i grupperne $0,6-6$ og $<0,6$ mm forøges. Ved Højer er det især gruppen $0,6-6$ mm, der øges. Smuldringseffekten er større, når der harves overfladisk ($3-5$ cm), end når der harves dybt ($13-15$ cm), idet der ved den dybe harvning trækkes en del store fugtige knolde op til overfladen, som vanskeligt smuldrer. I enkelte tilfælde er det konstateret, at 1 gang dyb harvning har øget mængden af aggregater >6 mm, medens 3 gange dyb harvning igen har reduceret mængden af store aggregater, medens let harvning efter 3 gange dyb harvning kun ved Rønhave har reduceret mængden af store aggregater. De øvrige steder er der en tendens til, at 1 gang let harvning efter 3 gange dyb harvning har øget mængden af store aggregater lidt. Det ses altså, at det er vanskeligt at knuse de fugtige aggregater, der er revet op ved den dybe harvning.

Som følge af harvningen og traktorhjulenes færdsel på jorden sker der en ændring i aggregatstørrelsesfordelingen. Under tørre forhold vil færdselen forårsage, at der knuses en del aggregater, medens færdsel under fugtige forhold kan

bevirke, at der dannes en del fugtige og hårde aggregater, som vanskeligt knuses.

Resultaterne af sigteanalyserne viser derfor ikke alene effekt af harvning, men også en effekt af færdsel på jorden.

6. Specielle undersøgelser

6.1. Vinterharvning og vintertromling med cementtromle på sandjord

På de lette sandjorde er sandflugten ofte et problem om foråret inden afgrøden dækker jordoverfladen. Derfor blev der ved Jydevad, Lundgaard og Tylstrup anlagt yderligere 2 forsøgsled:

- D. 1 gang harvning i $8-10$ cm på våd jord om vinteren
- E. 1 gang tromling med cementtromle på våd jord om vinteren

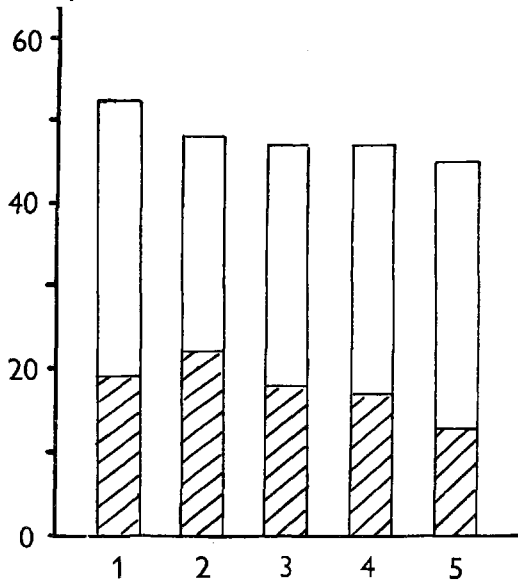
Med tromlingen tilstræbtes det dels at reducere mængden af store porer, således at den tilgængelige vandmængde blev større, dels at få dannet en skorpe, som ved harvning kan brydes op i større eller mindre stabile aggregater, der skal hindre sandflugt.

I de år forsøget har ligget, har der ikke været sandflugt af betydning, hvorfor det ikke har været muligt at observere nogen virkning af tromlingen. Den tilstræbte dannelse af stabile aggregater er i de fleste tilfælde udeblevet, da aggregaterne let smuldrer ved harvningen.

I forbindelse med tromlingen blev jordoverfladen nivelleret før og efter tromlingen samt inden jordbehandlingen om foråret, for at måle komprimeringen. Kun ved Jydevad har det været muligt at gennemføre nivelleringen i 3 år. Komprimeringen som følge af tromlingen har i gennemsnit af de 3 år været $2,7$ cm ved måling umiddelbart før og efter tromling. Ved nivellerung umiddelbart inden forårsharvning var komprimeringen $3,1$ cm, altså yderligere en sætning på $0,4$ cm fra tromletidspunkt til forårsbehandling.

I det tromlede forsøgsled er der udtaget prøver i 100 cm³-ringe til porøsitetsbestemmelse før og efter tromling, før harvning samt efter fremspiring og høst. Gennemsnit af 3 års resultater for Jydevad fremgår af fig. 5.

Porerumfang
vol. pct.



- 1 Inden tromling
- 2 Efter tromling
- 3 Inden harvning
- 4 Efter fremspiring
- 5 Efter høst



Fig. 5. Porøsitsbestemmelse i det tromlede forsøgsled (E) ved Jynevad. Gennemsnit 3 år.

Ved tromling er jorden - trods forskelle i porøsiteten inden tromlingen - blevet komprimeret til nær samme porøsitet alle 3 år. Af figur 5 frem-

går, at tromlingen i gennemsnit har reduceret porøsiteten med 4 volumenprocent. Ved harvningen om foråret er porøsiteten den samme som lige efter tromling, men vandindholdet er reduceret med 4 volumenprocent til 18 volumenprocent.

I løbet af vækstsæsonen er der sket en yderligere komprimering som følge af færdsel og vejrligets indflydelse. I gennemsnit af 3 år er porøsiteten reduceret fra 52 volumenprocent før tromlingen til 45 volumenprocent ved høst.

Vandindholdet før tromling var nær ens i 1968 og 1969, nemlig 21 og 20 procent, medens det i 1970 var 17 procent. Forskellen i vandindhold hænger sammen med nedbøren forud for tromlingen. I 1968 var nedbøren 1 måned forud for tromling 105 mm, i 1969 70 mm og i 1970 51 mm. Ved tromlingen er vandindholdet steget med fra 1 procent i 1970 til 4 procent i 1969. I gennemsnit af 3 år er det steget med 3 procent.

Luftindholdet har alle 3 år været ens inden tromling. Som følge af tromlingen er luftindholdet reduceret med fra 4 procent i 1970 til 9 procent i 1968. I perioden fra tromling til harvning er luftindholdet igen forøget, enten på grund af fordampning eller vandtransport nedad. Ved prøveudtagning efter fremspiring var luftindholdet af nogenlunde samme størrelsesorden som ved harvning. Luftindholdet vil ved markkapacitet være cirka 30 procent.

Tabel 10 viser resultatet af udbyttmålingerne i forsøgsled med vinterharvning og vintertromling sammenlignet med forsøgsled med 2 gange let harvning. Det ses, at udbyttet i gennemsnit ikke er øget, hverken ved vinterharvning eller tromling uanset antal lette harvninger.

Ved Tylstrup er der alle år målt negative ud-

Tabel 10. Udbytte i hkg kærne i forsøgsled med vinterharvning og -tromling sammenlignet med forsøgsled med 2 gange let harvning

Behandling	Antal lette harvninger	0		1 vinterharvning		1 vintertromling		
		2	0	1	2	0	1	2
		Antal år						
Jynevad	4	29,3	29,2	28,6	29,4	29,4	28,4	28,6
Lundgaard	3	32,4	30,6	30,9	33,1	22,9	29,4	32,0
Tylstrup	3	47,3	40,1	43,8	45,0	40,6	44,2	43,9
Gennemsnit	10	35,6	32,9	33,9	35,2	30,8	33,4	34,2

slag for tromling uanset antal harvninger. Ved Jyndevad er der målt negative udslag i 1969, men de øvrige år oftest positive udslag og ved Lundgaard er der målt negative udslag i 1968 og positive udslag de øvrige 2 år. Udslagene, såvel positive som negative, har dog ikke været store, og der er en tydelig tendens i retning af, at der skal foretages en kraftigere såbedsharvning, når der er vintertromlet.

Det har altså ingen af stederne været muligt at hæve udbyttet ved disse behandlinger, men om de i år med stærk storm kan hindre sandflugt, har det ikke været muligt at konstatere.

Måling af bearbejdningsdybden viste, at harven havde vanskeligt ved at gå i jorden, hvor der var tromlet. Dette bevirkede, at sådybden blev mindre, hvilket dog ikke har øvet væsentlig indflydelse på antal fremspirede planter og udbytte.

6.2. Tromling med cambridgetromle efter såning

Ved Borris, Højer og Ribe er forsøget anlagt i en tromlet og i en utromlet blok. Tromlingen er

foretaget med cambridgetromle få dage efter såningen.

Udbytteresultaterne fremgår af tabel 11, hvor der også er beregnet merudbytte for tromlingen.

Af tabellen ses, at der ved Borris kun er små og usikre merudbytter for tromlingen. I gennemsnit af forsøget er der målt et merudbytte for tromling på 0,4 hkg.

Ved Højer er målt store merudbytter for tromling i de forsøgsled, hvor harvningen har været undladt, samt hvor harvningen kun er gennemført 1 gang. I forsøgsleddene, hvor der er foretaget intensiv harvning, er der målt mindreudbytter for tromlingen. I gennemsnit af forsøget er der målt et merudbytte for tromlingen på 2,6 hkg. På denne jordtype har der altså i tilfælde af dårligt såbed, med heraf følgende utilstrækkelig sådybde og dækning af kærnerne, været behov for en tromling for at skabe kontakt mellem kærnerne og den fugtige jord.

På den svære marskjord ved Ribe er der kun i forsøgsleddet med 5 gange let harvning målt et merudbytte på 2,1 hkg for tromlingen. I de øvrige forsøgsled er der målt ret store mindreudbytter for tromlingen.

Tabel 11. Udbytte og merudbytte for tromling, hkg kærne pr. ha

Antal dybe harvninger	0			1			3			Gns.	
	0	1	3	0	1	3	0	1	3		
Antal år											
Borris											
Utromlet	4	40,8	38,1	39,8	40,0	38,2	39,1	40,0	39,7	38,8	39,4
Tromlet	4	40,8	39,6	40,7	39,4	38,8	39,9	39,6	39,4	40,0	39,8
Merudb. for tromling..		0	1,5	0,9	÷0,6	0,6	0,8	÷0,4	÷0,6	1,2	0,4
Højer											
Utromlet	4	46,5	52,5	54,7	54,2	54,7	57,3	55,6	52,7	55,1	53,7
Tromlet	4	57,9	58,1	56,5	58,6	57,8	53,1	55,4	56,1	52,9	56,3
Merudb. for tromling..		11,4	5,6	1,8	4,4	3,1	÷4,2	÷0,2	3,4	÷2,2	2,6
Antal tallerkenharvninger											
Antal lette harvninger											
Antal år											
Ribe											
Utromlet	3	52,9	53,7	51,5	48,0	52,5	50,9	51,1	49,0		51,2
Tromlet	3	47,3	50,3	49,8	50,1	50,6	50,1	48,8	47,5		49,3
Merudb. for tromling..		÷5,6	÷3,4	÷1,7	2,1	÷1,9	÷0,8	÷2,3	÷1,5		÷1,9

Hkg kærne pr. ha

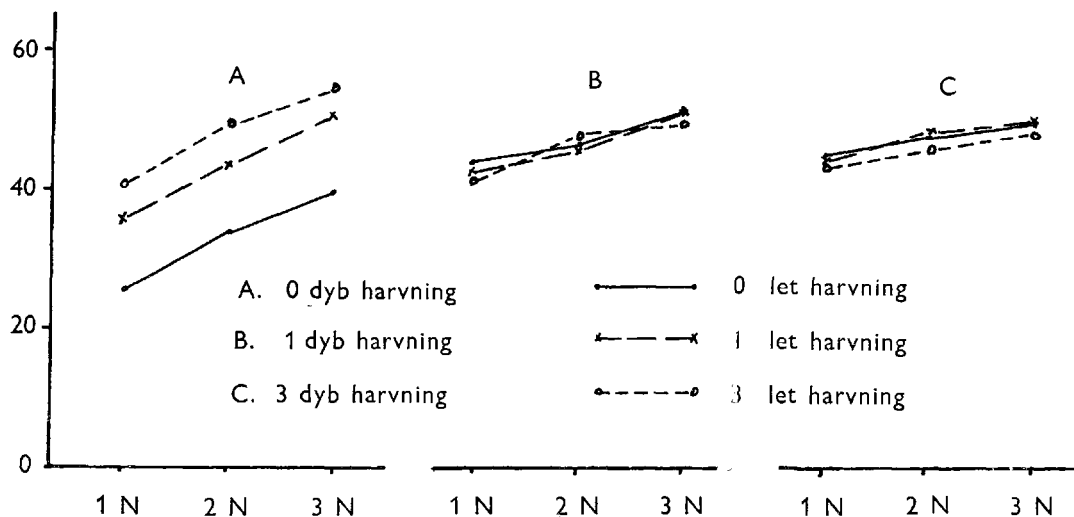


Fig. 6. Udbytte ved forskelligt N-niveau ved Rønhave. Gennemsnit 3 år.

Det største mindreudbytte på 5,6 hkg er målt, hvor der ikke er foretaget nogen harvning. I gennemsnit af forsøget er der målt et mindreudbytte på 1,9 hkg for tromlingen.

Når der på denne jordtype høstes mindre udbytter, desto mere intensiv harvninger er, og skaden ved at tromle er størst ved den lave harvningsintensitet, kan det skyldes, at de øverste få cm af jordoverfladen har en god krummestruktur, og derfor kun behøver ringe bearbejdning, samt at jorden få cm nede ofte er vandmættet, når de øverste lag er tjenlige til harvning.

6.3. Forskellige N-mængder

Ved Rønhave er forsøget fra 1969 og ved Højer fra 1970 kombineret med 3 kvælstofmængder for at undersøge, om der findes vekselvirkning mellem N-gødsning og harvning.

Følgende N-mængder er givet:

	Kg N pr. ha				
	Rønhave			Højer	
	1969	1970	1971	1970	1971
1 N....	45	30	60	0	0
2 N....	68	60	90	30	30
3 N....	90	90	120	60	60

Ved Rønhave er mængden afpasset efter såvel marken som året.

Resultaterne er vist i fig. 6. Det ses, at merudbyttet for N-tilførsel er af samme størrelse, uanset om der er harvet 0, 1 eller 3 gange overfladisk. Merudbyttet aftager lidt jo flere gange, der er harvet dybt, og det er meget lille, når dyb harvning er kombineret med let harvning. Tydeligt fremtræder dette ved Rønhave.

Forsøget viser, at det største merudbytte for N-tilførsel fås efter overfladisk harvning. Jo mere intensiv harvningen har været, desto lavere merudbytte er der opnået for tilførsel af N.

Materialet er for lille til, at der kan siges noget sikkert om eventuel vekselvirkning mellem N-tilførsel og harvning, men der er dog en tendens til, at N-tilførsel kan kompensere for en dårlig jordstruktur.

7. Diskussion

Ved enhver jordbehandling sker der fysiske ændringer i det bearbejdede lag afhængig af behandlingsdybde, antal overkørsler, hastighed, tidspunkt, fugtighed m.v. Disse fysiske ændringer kan - såfremt de er store nok - øve indflydelse på kærnernes spirning, udvikling og udbytte.

Resultaterne af prøveudtagning i 100 cm³-ringe fremgår af figur 2. Der er konstateret mindre forskelle i pore-, vand- og luftindhold såvel mellem stederne som mellem årene, men der er ikke fundet nogen relation mellem forholdene ved anlæg af forsøget og spiringshastighed, antal fremspirede planter eller udbytte.

I det første forsøgsår blev der udtaget jordprøver i 2-6 cm dybde med 100 cm³-ringe, men prøverne var vanskelige at udtage, fordi de øverste lag var meget løse, da der kan være større eller mindre revner og sprækker samt større eller mindre knolde. Udtagning i denne dybde blev derfor opgivet og udtagningen indskrænkedes til 8-12 cm dybde. Det viser sig imidlertid, at ændringer i jordens vandindhold i denne dybde foregår ret langsomt, hvorfor forskellen fra år til år er ret ringe. Norske undersøgelser (Njøs, 1967) viser, at vandindholdet i 5 cm dybde holder sig nogenlunde konstant omkring 150-500 millibar i 5 cm dybde, når der er foretaget en fældning. Erfaringen har vist, at der i de allerøverste jordlag sker ret store forandringer i vandindholdet fra dag til dag.

Vandindholdet i jorden har alle år og alle steder været tilstrækkeligt til at få en god fremspiring, og de klimatiske betingelser efter såningen har ligeledes været gode, således at der alle år er opnået en god og ensartet fremspiring. Nedbørsunderskud, som er vist i tabel 3, har ikke været så stort, at det har kunnet hindre en god fremspiring. Derimod har kulde i maj måned ofte hæmmet plantevæksten i lang tid, og tørke i juni-juli har været den væsentligste årsag til lave udbytter - især på sandjorden.

Der er ikke konstateret nogen korrelation mellem nedbør og fordampning og antal fremspirede planter.

Ved forsøgets anlæg er bearbejdningsdybden målt (tabel 6). Den tilstræbte bearbejdningsdybde var vanskelig at opnå i alle tilfælde, da harven går dybere i jorden desto flere gange der harves. Harvningsdybden har ved let harvning i gennemsnit været 4,7 cm på sandjord og 5,5 cm på lerjord. Dybden for 3 gange dyb harvning har været henholdsvis 9,5 og 13,3 cm.

Den anvendte teknik til måling af bearbejdnings-

dybde har som tidligere nævnt været mangelfuld. I de her gennemførte målinger er bearbejdningsdybden målt fra overfladen af det bearbejdede lag. Ved harvningen bliver jorden i de bearbejdede lag mere porøs, og jordoverfladen hæves i forhold til den ubearbejdede overflade. På grund af tyngden, vejrligets indflydelse samt færdsel vil overfladen sætte sig en del efter bearbejdningsdybden, og dermed vil dybden af det bearbejdede lag blive mindre. Derfor er fremgangsmåden ved måling af bearbejdningsdybden ikke helt korrekt. Dybden bør måles med den ubearbejdede jordoverflade som referenceniveau.

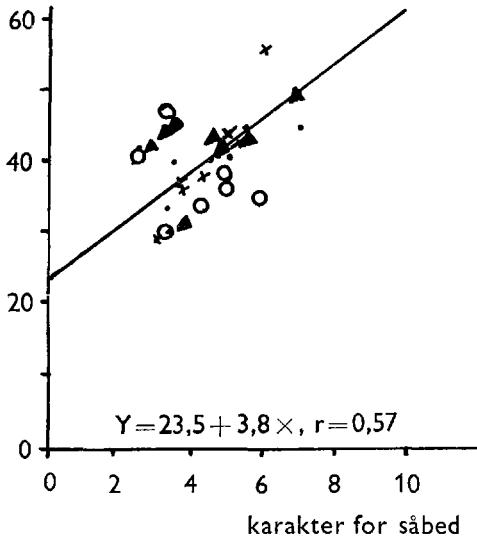
Måling af sådybden (tabel 8) og notater om kærnernes dækning viser, at det kun er i det ubehandlede forsøgsled samt i forsøgsleddet med 1 gang harvning, at sådybden har været så ringe, at det er gået ud over fremspiringen og udbyttet.

Antal fremspirede planter fremgår af tabel 9. Kun ved Lundgaard, Rønhave og Højer er der statistisk sikker forskel mellem forsøgsbehandlingerne, og da er det kun det uharvede eller de mindst harvede forsøgsled, der afviger. I gennemsnit er der både for sand- og lerjord statistisk sikker forskel mellem leddene. På sandjorden er det kun det ubehandlede led, der afviger statistisk fra de øvrige. På lerjorden er det foruden det uharvede led også forsøgsleddet med kun 1 gang dyb harvning.

En beregning viser, at der ikke er nogen korrelation mellem sådybde og fremspiring indenfor de sådybder, der er målt i dette forsøg. I laboratorieforsøg med hvede (Kaack, 1966) er det vist, at fremspiringen aftager med stigende sådybde, og pottforsøg med forskellige sådybder og vandmængder (Rasmussen, 1972) til byg viser, at den bedste fremspiring er opnået ved 2,5 cm sådybde. Fremspiringen fra denne dybde var tilfredsstillende, også selvom der som følge af vanding dannedes skorpe. Derimod blev fremspiringen fra sådybderne 5,0 og 7,5 cm kraftigt hæmmet af en skorpe.

Når der ikke i forsøget er set nogen sikker skadevirkning af dyb såning, kan det hænge sammen med, at der ikke i de fire år forsøget er gennemført, er faldet så store mængder nedbør før fremspiringen, at det på nogen af stederne

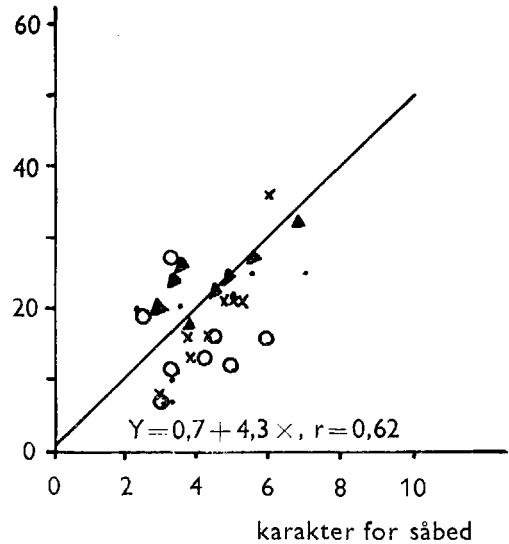
Aggregater
pct. > 6 mm



• Askov

× Rønhave

Aggregater
pct. > 20 mm



○ Roskilde

▲ Højer

Fig. 7. Forholdet mellem karakterer for såbed og aggregatstørrelsesfordeling. Gennemsnit 4 år.

har givet skorpedannelse af betydning.

Trods den store usikkerhed der er forbundet med den visuelle bedømmelse af såbedet, giver den alligevel et indtryk af såbedets tilstand. Beskrivelsen viser, at ubehandlet og 1 gang (let eller dyb) harvning ofte er blevet karakteriseret »ubekvem«, medens de øvrige behandlinger har givet tilfredsstillende såbed.

Karaktererne for såbed (tabel 7) viser, at den dybe harvning medfører ujævnt og knodet såbed, især på lerjordene, og at øget antal overfladiske harvninger giver mere jævnt og ensartet såbed.

Karaktererne giver altså et mål for antallet af aggregater. En sammenligning og regressionsberegning på karaktererne for såbed og antal aggregater henholdsvis > 6 mm og > 20 mm er vist i fig. 7. Beregningen er gennemført på gennemsnit af 4 års resultater. Det fremgår af figuren og korrelationskoefficienten, r , at der er statistisk sikker sammenhæng mellem karaktererne og mængden af aggregater både > 6 og > 20 mm. Det vil altså sige, at man ved at give karakter

for såbedet direkte af kurven kan aflæse hvor mange procent store knolde der findes. Selvom r i begge de viste tilfælde er statistisk sikkert bestemt, fremgår det dog af figuren, at spredningen omkring linien er ret stor, således at der er nogen usikkerhed forbundet med karaktergivningen.

Aggregatstørrelsesfordelingen i såbedet afhænger af jordbehandlingen. På 4 lerjorde er der udtaget prøver til sigtning. Resultaterne er vist i fig. 4. Det kunne forventes, at forskelle i aggregatstørrelsesfordelingen ville give udslag i fremspiring og udbytte, idet mange store aggregater giver en dårligere kontakt mellem udsæden og den fugtige jord, således at fremspiringen og dermed udbyttet blev ringere.

Beregninger på forskellige fraktioner af aggregater og henholdsvis fremspirede planter og udbytte viser ikke nogen sikker korrelation mellem disse størrelser, selvom der i enkelte tilfælde er konstateret en tendens til lavere udbytter, desto flere store aggregater der er. Kun det ubehandlede forsøgsled afviger med sikkerhed, men der er det i lige så høj grad manglende dækning som

aggregaternes størrelse, der er afgørende for fremspiringen.

Fugtighedsforholdene har altså været så gunstige alle år, at fremspiringen har været tilfredsstillende, uanset aggregatstørrelsesfordelingen, når blot kærnerne har været dækket med et passende lag jord.

Efter kornets fremspiring - oftest i slutningen af maj og begyndelsen af juni måned - er der udtaget jordprøver til bestemmelse af jordens porøsitet i 8-12 cm dybde.

Prøveudtagningen efter fremspiring viser, at sikkerheden er forholdsvis ringe på dette tidspunkt, da jorden er ret løs og knoldet, samt at der er hjulspor, som påvirker sikkerheden. Der er ikke konstateret sikre forskelle i vandindholdet, men enkelte steder er der konstateret et mindre vandindhold desto flere gange, der er harvet dybt, bl.a. ved Borris, Askov og Højer. Dette skyldes, at den totale porøsitet ved den dybe harvning er forøget, og dermed bliver volumenprocent vand mindre og luftindholdet større.

Ved flere gange let harvning mindskes den totale porøsitet som følge af færdselen og bear-

bejdningen. Derved øges vandindhold, og luftindholdet reduceres tilsvarende.

Alle behandlinger er gennemført inden for 1-2 dage. Det er sandsynligt, at vandtabet vil være større, såfremt behandlingen havde strakt sig over flere dage.

Porøsitetsmålinger efter høst viser samme tendens som målingen efter fremspiring. Sikkerheden på prøveudtagningen er større, da jorden i løbet af vækstsæsonen har sat sig en del som følge af naturlig sætning og vejrligets indflydelse.

Regressionsberegninger på porøsitet og luftindhold og henholdsvis fremspirede planter og udbytte har ikke vist nogen korrelation mellem disse egenskaber. Ændringerne i porøsitet, vand- og luftindhold, som følge af behandlingerne har altså ikke været så store, at det har øvet indflydelse på spirings- og vækstbetingelserne. Dette er for porerumfangets og udbyttets vedkommende vist i fig. 8.

Udbytteresultaterne (tabel 5) viser, at der på gennemsnit af lerjordene er målt en LSD-værdi på 2,2 hkg/ha. Det er det ubehandlede forsøgsled, der med sikkerhed afviger fra de øvrige forsøgsled samt 1 gang let harvning, der afviger fra 3 gange let harvning.

På gennemsnit af sandjordene er der ikke statistisk sikker forskel på udbytterne.

Når der ses bort fra de ubehandlede forsøgsled, hvor det oftest er manglende dækning, der har forårsaget et lavere udbytte, kan det siges, at selvom der er målt statistisk sikre forskelle i pore-, vand- og luftindhold, samt forskelle i aggregatstørrelsesfordeling, bearbejdningsdybde, sådybde og karakter for såbed, har disse forskelle ikke været af en sådan størrelsesorden, at de med sikkerhed har øvet indflydelse på hverken fremspiring eller udbytte.

Forsøget er, som tidligere nævnt, anlagt, når jorden har været »bekvem« til harvning og såning, derfor kan der ikke siges noget om, hvordan udviklingen ville have været, såfremt jordbehandlingerne var gennemført under fugtige eller tørre forhold, men resultater fra andre jordbehandlingsforsøg tyder på, at skadevirkningen er stor, såfremt der indledes med jordbehandling før jorden er »bekvem«.

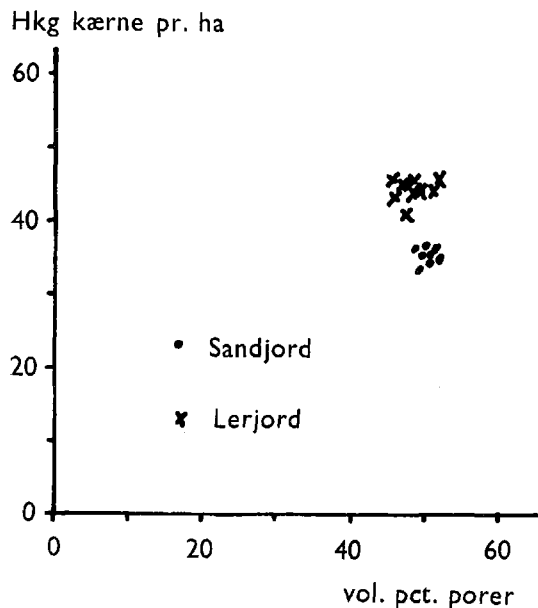


Fig. 8. Forholdet mellem udbytte og porerumfang.

Udbytteresultaterne viser, at 1-2 gange overfladisk harvning på sandjord og 2-3 gange overfladisk harvning på lerjord oftest er tilstrækkeligt. På lerjordene kan det under tørre forhold, hvor jorden er skorpet og hård være nødvendigt med flere gange harvning. Dette er i overensstemmelse med svenske harvningsforsøg, der viser, at der høstes merudbytter for flere gange harvning på svær lerjord i områder, hvor nedbøren er ringe om foråret (*Henriksson, 1971*).

Undersøgelse af tromling med cementtromle på våd sandjord om vinteren viser intet merudbytte, og spørgsmålet om tromlingens forebyggende virkning mod sandflugt er ikke besvaret, da sandflugt ikke er forekommet i de fire år forsøget har ligget.

Af nedenstående oversigt ses det, at en ret kraftig forårsharvning er nødvendig, når der er foretaget vinterharvning og -tromling.

Udbytte, hkg/ha (10 fs.)	Antal lette harvninger		
	0	1	2
Ingen vinterharvning . . .	-2,2	-0,9	35,6
Vinterharvning	-2,7	-1,7	-0,4
Vintertromling	-4,8	-2,2	-1,4

Tromling efter såning med cambridgetromle har ved Højer givet store merudbytter, især når jorden har været ubekvem og knoldet (tabel 11). Ved Borris er der målt merudbytter for tromling, men disse er betydelig mindre end ved Højer. På den svære marsk ved Ribe er merudbytterne for tromling negative. Dette skyldes utvivlsomt, at jordoverfladen tilslemmes og danner skorpe efter regn, når de store knolde er blevet knuste. Ved Højer og Borris dannes der vanskeligere skorpe.

Resultaterne bekræfter altså ikke resultaterne af norske forsøg med tromling af morænelerjord, der viser statistisk sikkert merudbytte for tromling efter såning (*Njøs, 1962*). Anvendelse af tromlen efter såning skal øjensynligt afpasses efter såvel jordtypen som såbedets tilstand.

8. Konklusion

Resultater fra forsøg med harvningsintensitet til byg i årene 1968-71 viser, at dyb harvning medfører knoldet og ujævnt såbed, og øget antal

overfladiske harvninger giver et mere jævnt og ensartet såbed.

Porøsitet og luftindhold forøges med stigende antal dybe harvninger - især på lerjord - men formindskes med stigende antal overfladiske harvninger. Der sker altså en komprimering af jorden under såbedstilberedningen.

Ved øget antal harvninger sker der på lerjorde en reduktion i mængden af aggregater over 6,0 mm, samt en forøgelse af aggregater mindre end 0,6 mm.

Ved mangelfuld harvning bliver sådybden for ringe, og som følge deraf bliver fremspiringen ofte dårlig og udbyttet lavt.

Udbytteresultaterne viser, at harvningsdybde og -antal bør afpasses efter jordtypen. Under de fleste forhold vil 1-2 gange let harvning i 3-5 cm dybde på sandjord og 2-3 gange let harvning på lerjord være passende. Under visse forhold, især på sværere jorde, hvor jorden kan være skorpet og hård, bør den ene harvning eventuelt være forholdsvis dyb. Yderligere harvning vil under normale forhold ikke kunne betale sig.

Tromling af sandjord med cementtromle under fugtige forhold om vinteren har ikke øget udbyttet eller vist om tromling kan hindre sandflugt om foråret.

Det har ikke været muligt at måle sikre relationer mellem de fysiske målinger og planternes fremspiring og udbytte.

Summary

Different intensity of harrowing before drilling of barley

Experiments with use of the harrow with different intensity previous to drilling barley were conducted in the years 1968-71. The experiments were carried out on 4 sandy soils, 3 clay soils and 2 marsh soils. The series consists of a total 31 experiments.

The experimental plots were placed in the field after a crossed split-plot plan with no replications. The plan is shown on page 445 and table 12.

The aim with the experiments was to investigate the harrows influence on soil structure and to investigate the connection between soil structure and plant emergence, development and yield. The implements used and it's dimension is shown in table 1. Details of the different soils are shown in table 2.

Table 12. Results from the experiment with harrowing (the results is given in the real number, and deviation from it)

Number of deep harrowing	Sandy soils (12 ex)			LSD ₉₅	Clay soils (19 ex)			LSD ₉₅
	Number of shallow harrowing	0	1		2	Number of shallow harrowing	0	
<i>Yield in hkg per ha</i>								
0	-2.6	-0.5	36.4		-4.7	-2.3	45.6	
1	-1.6	-0.7	0.1		-1.2	-1.6	-0.6	
2-3	-1.4	-0.5	0.1	—	-0.5	-0.7	-0.4	2.2
<i>Depth of harrowing in cm</i>								
0	-4.7	-0.7	4.7		-4.7	-1.0	5.5	
1	4.7	4.8	4.1		7.0	5.2	3.2	
2-3	4.8	3.9	4.1	0.9	7.8	5.8	3.1	1.1
<i>Depth of sowing in cm</i>								
0	-2.7	-0.8	4.8		-2.0	-0.7	3.6	
1	0.7	1.0	0.8		1.2	1.1	1.1	
2-3	0.8	1.2	1.0	0.7	2.0	2.0	1.9	0.6
<i>Character for the seed bed</i>								
					0 = even and fine 10 = uneven and clody			
0	(-0.9)	1.3	2.5		(1.4)	2.0	3.2	
1	3.0	0.9	0.3		3.2	1.5	0	
2-3	2.3	0.3	-0.2	1.2	1.3	0.4	-0.5	0.9
<i>Number of plants per m</i>								
0	-11	0	39		-13	-3	42	
1	0	1	3		-5	-2	-2	
2-3	0	3	3	5	-3	-2	-1	4
<i>Volume of pore after harvest, volume per cent in 8-12 cm depth</i>								
0	0	0	49		2	0	46	
1	2	2	1		3	3	1	
2-3	2	2	1	—	6	6	3	1.8
<i>Volume of air after harvest, volume per cent in 8-12 cm depth</i>								
0	1	0	34		3	1	20	
1	3	2	2		5	4	1	
2-3	3	3	1	—	9	7	3	2.6

Soil samples were taken with 100 cm³-cylinders in a depth of 8-12 cm for estimation of the porosity, water- and air content. There were taken 9 replications of the soil samples. Significant levels between the samples is shown in table 3. Investigation of the

figures show, that the number of replications could be lowered from 9 to 5 without altering the significant levels.

Table 12 gives a summary of the results. From the table it can be seen, that the porosity and air content

increase, when the soil is harrowed deep, this has especially been the case on clay soil. The opposite effect occurs when only the soil surface is harrowed. This means that some soil compaction takes place during seed bed preparation.

Volume per cent pore in the soil is decreased during the growth season because of the action of weather, especially rain.

Character and judgment of the seed bed show, that uneven and clody seed bed occurs on deep harrowed soil. When only the top soil is harrowed, the seed bed is more even and uniform.

In those plots that were unharrowed or only harrowed once the seed was in several of the experiments sown to shallow, and this resulted in poor germination and low yield.

The climatical condition has in all the years been favorable for germination. On the sandy soils lack of water in June and July has often limited the yield.

The yield results show, that depth and number of times the soil has to be harrowed should be varied after the type of soil. Under most circumstances sandy soil should be harrowed once or twice to a depth of 3-5 cm and clay soils 2-3 times to a depth of 3-5 cm. Under some conditions, especially on heavy soils, where the soil can become hard and crusted, the soil once should be harrowed fairly deep.

No significant korrelation has been found between the soil physical condition and plant germination, development and yield.

Rolling on sandy soils with a heavy roller during the winter has led to a compaction of the soil with 2.7 cm and lowered the pore volume by 4 per cent in the average of 3 years. Rolling of the soil during the winter has not increased the yield, and it has not been proved, that is has hindered winderosion during spring.

Litteratur

Aslyng, H. C. (1968). Klima, jord og vandbalance i jordbruget. D.S.R. forlag Den kgl. Vetr.- og Landbohøjskole, 100-106 og 118-123.

de Boodt, M. (1967). Number of sample replications in a randomized block design with three or four treatments after COCHRAN and COX, adapted for soil structure research. West-European methods for soil structure determinations, III The State Faculty of Agricultural Sciences, Ghent Belgium, (21-24).

de Boodt, M. (1967). The coefficient of variation in soil structural determinations. West-European me-

Hovedtabel 1. Udbytte i hkg kærne pr. ha. Sandjord

Antal dybe harvninger	0		1		2		1 vinter		Tromling						
	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	2				
Jyndeved	34,2	34,2	35,9	32,6	35,7	35,0	34,8	36,0	33,2	33,8	36,1	34,4	34,1	35,9	36,0
	33,3	40,1	41,5	42,7	39,6	43,4	41,9	41,4	44,5	41,5	37,1	41,2	44,8	38,5	36,8
	17,2	17,1	17,3	16,8	16,2	17,9	17,5	16,7	17,9	18,6	18,4	18,6	16,8	18,2	18,2
	20,4	21,5	22,5	25,5	22,4	24,0	23,9	25,0	22,3	22,8	22,6	23,4	22,0	20,9	23,4
Lundgaard	30,1	30,1	36,0	29,8	32,4	33,8	31,1	31,4	31,4	24,9	29,8	33,3	20,1	25,1	29,9
	23,8	37,1	34,6	28,8	31,5	38,5	33,5	35,0	44,6	—	—	—	—	—	—
	26,9	28,1	30,8	30,6	32,8	34,5	32,0	31,1	33,4	30,9	28,6	32,0	28,0	26,7	32,0
	29,8	33,4	30,5	33,1	32,5	29,6	31,8	32,0	29,4	36,0	34,2	34,0	20,6	36,4	34,1
Tystrup	46,9	46,9	45,2	44,5	45,3	46,2	46,4	45,0	45,7	—	—	—	—	—	—
	44,8	54,1	54,6	48,5	50,6	47,6	47,3	49,8	47,6	48,0	50,2	49,0	53,3	51,3	51,5
	50,6	40,3	40,7	35,5	37,1	36,7	34,8	33,4	37,3	27,9	35,1	36,3	27,3	37,6	37,8
	32,7	48,4	46,7	49,1	52,6	50,8	44,4	54,4	50,6	44,3	46,1	49,7	41,2	43,6	42,2

Hovedtabel 2. Udbytte i hkg kærne pr. ha. Lerjord

Antal dybe harvninger		0			1			3		
Antal lette harvninger		0	1	3	0	1	3	0	1	3
Borris	1968.....	42,9	41,6	42,5	44,1	40,9	41,8	41,7	41,4	40,6
	1969.....	49,8	41,5	45,6	45,2	43,7	46,4	44,4	44,3	45,2
	1970.....	37,9	36,1	37,5	36,9	34,5	35,6	37,9	38,3	36,6
	1971.....	32,6	33,3	33,6	33,8	33,7	32,4	36,0	34,6	32,7
Askov	1968.....	44,7	43,7	46,7	43,1	41,2	43,1	45,0	44,7	45,0
	1969.....	44,4	43,3	44,1	44,1	44,7	43,2	44,2	44,6	44,4
	1970.....	22,5	26,4	29,4	28,8	27,9	29,1	28,9	29,6	32,9
	1971.....	46,6	49,6	49,1	43,7	47,3	48,0	45,0	47,4	47,1
Roskilde	1968.....	31,1	32,8	32,0	31,3	32,4	30,5	32,2	31,4	30,8
	1969.....	37,7	38,1	43,6	37,0	35,1	37,4	39,8	43,9	43,9
	1970.....	ikke anlagt								
	1971.....	52,5	52,0	50,7	48,4	49,7	50,8	49,5	50,8	54,5
Rønhave	1968.....	49,5	44,8	49,2	48,6	47,2	48,2	48,1	48,4	48,1
	1969.....	40,7	43,3	48,0	47,5	45,8	46,5	48,6	46,2	46,2
	1970.....	30,9	37,2	41,9	33,7	37,8	40,9	31,8	38,3	41,1
	1971.....	26,8	49,0	54,5	59,9	55,7	51,1	61,6	57,2	49,5
Højer	1968.....	46,7	53,1	54,5	56,0	57,6	61,4	54,1	56,9	52,0
	1969.....	46,9	51,8	50,5	49,9	49,6	48,8	51,7	49,2	49,1
	1970.....	57,5	61,0	60,3	55,6	60,6	60,4	64,8	62,4	63,2
	1971.....	35,0	44,1	53,5	55,3	50,8	58,7	51,6	42,1	56,3
Antal tallerkenharvninger		0			3					
Antal lette harvninger		0	1	3	5	0	1	3	5	
Ribe	1968.....	61,9	59,9	61,8	53,7	62,2	57,9	57,0	54,6	
	1969.....	55,3	55,5	45,7	42,9	49,6	50,2	52,7	48,4	
	1970.....	41,4	45,8	47,1	47,4	45,8	44,6	43,5	43,9	

thods for soil structure determinations, III The State Faculty of Agricultural Sciences, Ghent, Belgium, (25-29).

Feuerlein, W. (1971). Geräte zur Bodenbearbeitung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Heft 2, 105-108.

Henriksson, L. (1971). Tilljämning av plogtiltan på hösten. Rapporter från Jordbearbetningsavdelingen, Lantbrukshögskolan, Uppsala, nr. 24, 40-42 og 57-64.

Kritz, G. och Håkansson, I. (1971). Såbäddens utformning på vårsädda fält. Stickprovundersökning 1969-70. Rapporter från Jordbearbetningsavdelingen, Lantbrukshögskolan, Uppsala, nr. 23, 43 sider.

Kaack, K. (1966). Jordstruktur, sådybde og fremspiring. Ugeskrift for Agronomer årg. 111, 323-325.

Lindegård, J. (1969). Planteavlssarbejdet i Fyns Stift 1969, s. 144.

Nielsen, N. J. og Overgård, P. O. (1926). Sorterings-, sãmængde- og sådybdeforsøg med havre på sandjord. Tidsskrift for Planteavl, bd. 32, 739-761.

Nilsson, Nils, M. och Henriksson, L. (1968). Försök med harvning till vårsåd 1941-1959. Rapporter från Jordbearbetningsavdelingen, Lantbrukshögskolan, Uppsala, nr. 3, 10-11 og 27-28.

Njøs, A. (1962). Norske forsök med tromling og hjultrykk 1957-61. Grundförbättring, årg. 15, 248-257.

Njøs, A. (1963). Om smuldring og vanninnhold i jorda ved arbeiding. Ny jord nr. 5, årg. 1963, 156-164.

Njøs, A. (1967). Aggregatstørrelsesfordeling i såbedet i forhold til jordbearbeiding og plantevekst. Nordisk Jordbrugsforskning, årg. 49, 402.

Rasmussen, K. J. (1972). Såbedsundersøgelse i potter (upubl.).

Manuskript modtaget den 29. marts 1973.