

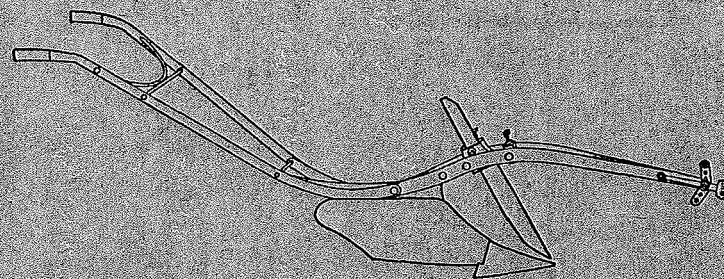


LANTBRUKSHÖGSKOLAN
UPPSALA

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN --- --- --- --- JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Agricultural College of Sweden, S-750 07 Uppsala
Department of Soil Sciences
Reports from the Division of Soil Management



Nr 42

1976

Inge Håkansson

ELVA FÖRSÖK MED ALVLUCKRING OCH
DJUPPLÖJNING I SYD- OCH VÄSTSVERIGE
1964-1975.

ISBN 91-7088-508-7

UDK:nr 631.51.013

Lantbrukshögskolan, 750 07 UPPSALA 7
institutionen för markvetenskap
Rapporter från jordbearbetningsavdelningen
Nr 42 1976
ISBN 91-7088-508-7

Inge Håkansson:

ELVA FÖRSÖK MED ALVLUCKRING OCH DJUPPLÖJNING I SYD- OCH VÄSTSVERIGE
1964-1975.

*Eleven Swedish field experiments with subsoiling and deep ploughing
1964-1975.*

<u>Innehållsförteckning:</u>	sid
Inledning	2
Försöksserie R2-2101	4
Försöksserie L2-2102	5
Försöksserie R2-2301	7
Försöksserie R2-2402	19
Några orienterande försök	30
Diskussion	31
Sammanfattning	32
Summary	34
Litteratur	35

Slutrapport över försöksprojekt R2-P2,
försök med alvluckring.

INLEDNING.

Intresset för alvluckring och annan djupbearbetning är gammalt i vårt land. Sålunda lät exempelvis J Arrhenius på 1850-talet tillverka ett alvluckringsredskap, vilket prövades på Ultuna med, som det uppgavs, gott resultat (se Torstensson & Enge, 1943). Intresset för djupbearbetning dyker därefter alltsomoftast upp igen. Den praktiska tillämpningen har dock förblivit ringa.

Fram till mitten av 1930-talet tycks regelrätta fältförsök med djupbearbetning endast sporadiskt ha förekommit i Sverige (se Torstensson & Enge, 1943). Därefter har sådana försök anlagts på drygt 100 platser. Effekterna på grödans avkastning har bestämts ett varierande antal år. Det sammanlagda antalet skördeår är över 250.

I tabell 1 redovisas antalet försök fördelade på län. Under slutet av 1930-talet och under 1940-talet anlades av Lantbrukshögskolans dåvarande institution för allmän jordbrukslära närmare femtio försök. Dessa låg på Gotland, i Kalmar län, i Malmöhus län och i Uppland. Resultaten t o m år 1942 har redovisats av Torstensson & Enge (1943). Under mitten och slutet av 1950-talet anlade samma institution ytterligare drygt trettio försök, huvudsakligen i Skåne samt i Bohuslän och Dalsland. Samtliga försöksresultat t o m år 1963 har redovisats av Nilsson & Henriksson (1968).

Under 1960-talet anlas en ny grupp av försök, sammanlagt ett tjugofemtal, i Syd- och Västsverige. Några av dessa var s k länsförsök, andra anlas som riksförsök av försöksavdelningen för jordbearbetning. Sju av försöken, avslutade t o m år 1968, har redovisats av Edling, Nilsson & Håkansson (1969). De återstående, flertalet avslutade 1968 eller senare, redovisas i föreliggande rapport. Här redovisas elva försök om vilka mera fullständiga uppgifter finns samt några orienterande försök med ofullständiga uppgifter. Därmed är resultaten redovisade för samtliga slutförda försök. Två nya djupplöjningsförsök anlas emellertid som länsförsök i Kristianstads län år 1974. Likaså har några orienterande försök med djupbearbetning av organogena jordar anlagts i Örebro län under de senaste åren. Utöver de här nämnda försöken har troligen enstaka försök utförts av olika lokala försöksutförare utan att uppgift därom finns vid försöksavdelningen för jordbearbetning.

I flertalet av de utförda djupbearbetningsförsöken har försöksbearbetningarna utgjorts av en luckring till ett tiotal cm djup i botten på plogfåran i samband med plöjning. Antingen har plogkropparna varit försedda med något tillsatsorgan eller också har ett separat alvluckrings-skär arbetat i botten på plogfåran, när denna varit öppen. I några av dessa försök har det dessutom ingått ett försöksled med plöjning ca 10 cm djupare än normalt. I vissa av försöken har djupbearbetningen gjorts med en specialalvluckrare, som ibland arbetat till ganska stort djup. Bland försöken i föreliggande rapport finns några med omgrävning av alven till stort djup. I de allra flesta fallen har djupbearbetning utförts endast vid ett tillfälle.

I några av de tidigare redovisade försöken har djupbearbetningen givit klara avkastningsökningar. Vanligen har dock endast små och osäkra positiva eller negativa effekter erhållits. I enstaka försök har effekterna varit klart negativa. Det är då att märka, att åtskilliga av försöken lagts på platser, där man trots sig kunna förvänta positiva effekter. I andra fall har dock försöksplatserna valts mera slumpartat.

Försöken på Gotland har nästan alla givit positivt resultat för alv-

Tabell 1. Antal redovisade försök med alvluckring och annan djupbearbetning (exkl tubulering) i Sverige åren 1937-1975. Inom parentes anges antalet skördeår. Försöksresultatens publicering anges med bokstäver enligt följande:

- A. Försök redovisade av Torstensson & Enge (1943).
 B. " " " Nilsson & Henriksson (1968).
 C. " " " Edling, Nilsson & Håkansson (1969).
 D. " " " i föreliggande rapport.

Number of field experiments with subsoiling or other deep tillage in Sweden, 1937-1975.

Län	Anlagda 1937-1949 Publ A o B	Anlagda 1952-1961 Publ B	Anlagda 1964-1965 Publ C	Anlagda 1961-1969 Publ D	Summa
B	2 (2)			1 (1)	3 (3)
C	7 (20)				7 (20)
H	11 (17)				11 (17)
I	18 (48)				18 (48)
L		3 (7)		2 (8)	5 (15)
M	10 (15)	13 (40)	7 (21)	3 (9)	33 (85)
N				4 (13)	4 (13)
O		8 (13)			8 (13)
P		7 (12)		3 (13)	10 (25)
R		1 (1)		3 (12)	4 (13)
U		1 (1)			1 (1)
W	1 (2)				1 (2)
Summa	49 (104)	33 (74)	7 (21)	16 (56)	105 (255)

luckringen och genomsnittet är klart positivt. Också i försöken i Bohuslän och Dalsland dominerar de positiva utslagen och genomsnittresultatet är positivt. I övriga områden har positiva och negativa resultat varit ungefär lika vanliga och den genomsnittliga effekten har varit mycket ringa.

Författaren hoppas snart kunna återkomma med en översikt över samtliga försök med djupbearbetningar i Sverige och i grannländerna. En närmare diskussion av utsikterna till positiva resultat av en djupbearbetning resp av riskerna för bakslag får anstå till dess. Här skall bara antydast, att förhållandena på den enskilda platsen är avgörande, särskilt markprofilens texturrella och strukturella uppbyggnad. Ingreppen måste noga anpassas till lokalen, om de skall ha någon utsikt att ge positivt resultat. Markprofilens odlingsegenskaper måste i något betydelsefullt avseende förbättras utan att nya problem skapas.

En speciell typ av djupbearbetning, som också bör omnämnas i detta sammanhang, är s k tubulering för att förbättra jordarnas dränering. Också en del tubuleringsförsök har utförts i vårt land (Berglund, 1956). Tubuleringen visade sig därvid användbar endast under speciella förutsättningar.

De djupbearbetningsförsök, som redovisas i föreliggande rapport har utförts i Syd- och Västsverige. Flera olika försöksplaner har använts. I de

olika försöksserierna har bearbetningsmetoderna och -redskapen varit olika. I en av serierna har också alvgödsling ingått. Varje försöks-serie redovisas därför separat.

För att rätt kunna tolka resultaten i ett djupbearbetningsförsök erfordras enligt författarens mening en omfattande undersökning och beskrivning av markförhållandena på försöksplatsen. Endast i en del försök har dock en sådan gjorts, antingen på förhand eller i efterhand. Flera av försöken har genomförts utan markprofilundersökning.

Försöksserie R2-2101

Flertalet försök i denna försöksserie avslutades år 1968 eller tidigare och har redovisats av Edling, Nilsson & Håkansson (1969). Endast ett försök i serien återstår nu att redovisa.

Försök M 730/67, Remmarlövsgården, Eslöv.

Markförhållanden: Moränlättlera tillhörande Skånes s k sydvästmorän, normalt mull innehåll i matjorden, gott växtnäringstillstånd (tabell 2)

Tabell 2. Försök M 730/67, Remmarlövsgården. Kornstorlekssammansättning och mullhalt samt pH-värde, fosfor- och kaliumtillstånd i matjorden och i alvens översta del.

Experiment M 730/67. Particle size distribution, organic content, pH-value and P- and K-contents of the topsoil (= Matj) and of the upper part of the subsoil (= Alv).

Lager	Kornstorlekssammansättning, %				Mullh Org cont %	pH	P _{AL}	P _{HCl}	K _{AL}	K _{HCl}
	Ler <0,002 mm	Mjåla 0,002- 0,02 mm	Mo 0,02- 0,2 mm	Sand 0,2- 2 mm						
Matj	19	18	37	22	3,3	6,5	28,5	98	8,0	120
Alv	15	15	44	25	0,5	6,8	23,2	66	5,0	70

Försöksplan (försöksrutor 6 x 20 m, 4 block):

- A. Ingen behandling
- B. Alvluckring hösten 1967
- C. Alvluckring höstarna 1967 och 1969.

Alvluckringsredskap: Lilla Harrie tung styvpinnekultivator.

Första alvluckring: 1967-07-28 (vallstubb).

Fuktighet i marken: Låg (jorden mycket hård).

Pinnavstånd: 65 cm.

Extra belastning på redskapet: 1.200 kg.

Uppgivet bearbetningsdjup: 40 cm

Andra alvluckring: 1969-09-18 (höstvetestubb).

Fuktighet i marken: Normal

Pinnavstånd: 50 cm.

Extra belastning på redskapet: Ingen.

Uppgivet bearbetningsdjup: 45 cm.

Det erhållna bearbetningsdjupet tycks ha bestämts endast genom observation av redskapet under körningen. Bearbetningsdjupet kan då lätt ha blivit överskattat men man får anta, att pinnspetsarna arbetat minst någon dm under normalt plöjningsdjup. Inga skillnader i upptorkning o d mellan olika försöksled rapporteras.

Tabell 3. Försök M 730/67, Remmærlövsgården. Skörderesultat i kg/ha resp relativtal (led A= 100).

Experiment M 730/67. Yield results in kg per ha or relative values (A= 100). Treatments: A) No subsoiling, B) Subsoiling about 10 cm below normal ploughing depth in 1967, C) Subsoiling in 1967 and 1969.

År <i>Year</i>	Gröda <i>Crop</i>	Skörd <i>Yield</i>			Signi- fikans <i>Signi- ficance</i>
		Led A kg/ha	Led B rel	Led C rel	
1968	Höstraps	3.530	108	105	-
1969	Höstvete	6.650	97	100	-
1970	Socketbetor (sockerskörd)	7.640	99	100	-
1971	Korn m ins	4.910	100	100	-
Medeltal ¹⁾	<i>Mean values</i>	100	101	101	

1) Medeltalen är genomsnitt av de enskilda årens relativtal. Detta gäller även de följande försöken.

Försöket skördades åren 1968-1971 (tabell 3). Inga statistiskt signifikanta skillnader i avkastning har erhållits under de enskilda åren. I medeltal har en mycket svag och osäker positiv effekt erhållits.

Kommentarer.

Resultaten överensstämmer väl med de av Edling, Nilsson & Håkansson (1969) rapporterade från de övriga försöken i serien. Även dessa låg i sydvästra Skåne på jordar av liknande karaktär. På dessa jordar är rotutveckling i alven normalt möjlig. Liksom i de tidigare försöken har höstrapsen givit mera positivt resultat än övriga grödor. Detta kan dock vara en ren slump.

Försöksserie L2-2102.

I Skaraborgs län anlas hösten 1969 två länsförsök med en enpinnad dansk alvluckrare. Alvluckringspinnen var i spetsen försedd med en 60 mm bred och 150 mm lång platta, som var riktad snett framåt och som vid körningen lyfte upp den ovanliggande jorden. Försöksplanen var följande (försöksrutor 10 x 25 m, 3 resp 4 block).

- A. Ingen behandling.
- B. Alvluckring, avstånd mellan dragen 1.8-2.0 m.
- C. Alvluckring, avstånd mellan dragen 0.8-1.0 m.

Alvluckringen utfördes endast vid ett tillfälle. Djupet anges till 60 cm.

Försök R 117/69, Apelås, Lidköping.

Markförhållanden: Matjorden är en något mullhaltig mo- och mjälarik lättlera, alven en moig mellanlera (tabell 4). Växtnäringstillståndet är inte särskilt gott.

Tabell 4. Försöksserie L2-2102. Kornstorlekssammansättning och mullhalt samt pH-värde, fosfor- och kaliumtillstånd i matjorden och alvens översta del.

Series L2-2102. Particle size distribution, organic content, pH-value and P- and K-contents of the topsoil (= Matj) and of the upper part of the subsoil (= Alv) at the experimental sites.

Lager	Kornstorlekssammansättning, %				Mullh Org cont %	pH	P _{AL}	P _{HCl}	K _{AL}	K _{HCl}
	Ler <0,002 mm	Mjäla 0,002- 0,02 mm	Mo 0,02- 0,2 mm	Sand 0,2- 2 mm						
<u>Försök R 117/69, Apelås</u>										
Matj	25	27	40	5	2,9	6,4	3,9	50	9,0	195
Alv	35	19	38	7	1,2	6,4	2,8	42	7,5	265
<u>Försök R 118/69, Fjäll</u>										
Matj	9	10	75	1	5,5	6,2	2,6	34	4,5	50

Datum för anläggningen: 1969-09-30 (höstvetestubb).

Inga skillnader i upptorkning, i grödans utveckling e d mellan de olika försöksleden rapporteras.

Försökmässig skörd togs åren 1970-1971 (tabell 5). Endast osäkra försöksutslag noteras. I genomsnitt är dessa svagt negativa. Andra skördeåret förekom i en av B-rutorna uppfrysningsskador, som sänkte skörden. Dessa skador tycks inte ha något med försöksbehandlingen att göra.

Tabell 5. Försöksserie L2-2102. Skörderesultat i kg/ha resp relativtal (led A= 100).

Series L2-2102. Yield results in kg per ha or relative values (A= 100). Treatments: A) No subsoiling, B) Subsoiling in 1969 to a depth of 60 cm, 2 m apart, C) Subsoiling in 1969 to a depth of 60 cm, 1 m apart.

Försöksnr och plats <i>Experimental Year site</i>	År	Gröda <i>Crop</i>	Skörd <i>Yield</i>			Signi- fikans <i>Signi- ficance</i>
			Led A kg/ha	Led B rel	Led C rel	
R 117/69	1970	Havre	3,950	97	94	-
Apelås	1971	Höstvete	4.140	93 ¹⁾	103	-
Medeltal <i>Mean values</i>			100	95	99	
R 118/69	1970	Havre	3.710	111	111	-
Fjäll	1971	Korn	3.080	101	99	-
	1972	Korn	4.310	99	103	-
Medeltal <i>Mean values</i>			100	104	104	-

1) Uppfrysningsskador i en av B-rutorna orsakade skördesänkningen i B-ledet.

Försök R 118/69, Fjäll, Lugnås.

Markförhållanden: Matjorden är en måttligt mullhaltig lerig grovmo med ganska svagt växtnäringstillstånd (tabell 4). Lagret 20-45 cm utgörs av en lerfattig sandig grovmo. På 45 cm djup vidtar en lera.

Datum för anläggningen: 1969-09-30 (kornstubb).

Första skördeåret, 1970, var mycket torrt. Då iaktogs en tydlig verkan av varje drag med alvluckraren. I en 40 cm bred remsa var grödan (havre) ca 15 cm högre än omgivningen. En likadan effekt iaktogs över täckdikena på fältet. Ett nytt torrår inträffade 1973. Då iaktogs samma effekt över täckdikena, medan ingen effekt kvarstod efter alvluckringen.

Försöksmässig skörd togs åren 1970-1972 (tabell 5). Första året erhöles positiva effekter. Därefter var effekterna små. Inget av åren var försöksledningsskillnaderna statistiskt signifikanta.

Kommentarer.

I försöket R 117/69, Apelås, var markförhållandena sådana, att en viss rotutveckling i alven bör ha varit möjlig. När man då gör en alvluckring måste man anta, att en del av de existerande rotvägarna förstörs samtidigt som nya skapas. De nyskapade rotvägarna får dock troligen rätt kort varaktighet, eftersom jordens strukturabilitet är dålig. Det är därför inte förvånande, att positiva alvluckringseffekter uteblivit.

På försöket R 118/69, Fjäll, pekar de tillgängliga uppgifterna på att grovmolagret i alvens översta del ej erbjuder möjlighet för rötterna att tränga ner men att alvluckringen skapar sådana möjligheter. Luckringens verkan ebbar dock snabbt ut. Om molagret hade blandats med matjorden eller med den underliggande leran hade troligen en mera långvarig effekt uppnåtts.

Försöksserie R2-2301.

På en del håll i Västsverige, bl a i Dalsland, förekommer jordar, i vilka alvens översta del, liksom f ö också matjorden, utgörs av en lättlera med hög halt av finmo och mjäla, medan alvens djupare delar utgörs av en styvare lera. Mjällättleran i alvens övre del har vanligen dåliga egenskaper ur struktur- och rotutvecklingssynpunkt.

Under mitten av 1960-talet utlades i västra jordbruksförsöksdistriktet tre försök med djup omgrävning av alven. Den ursprungliga avsikten var att lägga ut försöken på lokaler av den nyssnämnda typen. Lättleran i alvens övre del skulle då blandas med styvare lera från större djup, vilket borde förbättra struktur- och rotutvecklingsbetingelserna i alvens övre del. Trots ganska mycket rekognoseringsarbete hade man emellertid svårt att hos lämpliga försöksvärdar och på i övrigt lämpliga platser finna fält med de avsedda förutsättningarna. Tre försök las ändå ut men som framgår av redogörelsen har ingen av försöksplatserna just den typ av markprofil, som man ursprungligen avsett.

Djupbearbetningen i försöken utfördes med grävmaskin. Försöksplanen var följande:

- A. Ingen behandling.
- B. Omgrävning av alven med jordblandning till ca 75 cm djup.

Först schaktades matjorden på omgrävningsrutorna bort, varefter dessa grävdes om. Därefter fördes matjorden tillbaka. På varje försök djupbearbetades två rutor av storleken 10 x 20 m på ett inbördes avstånd av 15 eller 20 m.

Försök P 578/65, Framnäs, Mellerud.

Datum för omgrävningen: 1965-06-15 (helträda).

Omgrävningsdjup enligt mätning med stickkäpp 1965-08-09: 70-85 cm.

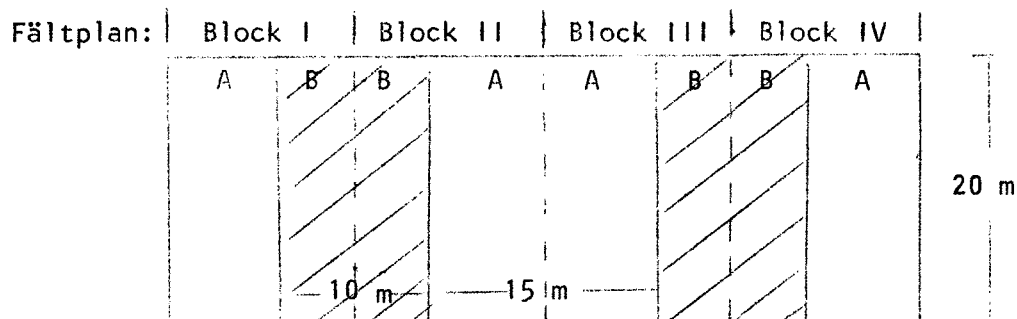


Fig 1 visar en markprofil från försöksplatsen före försökets anläggande. I fig 2 redovisas kornstorlekssammansättningen och växtnäringsinnehållet. Matjorden och alvens övre del till ett djup av 70 cm utgörs av en finmo- och mjälarik mellanlera. I matjorden är mullhalten ganska hög och mullinblandning av betydelse förekommer ända till 60 cm djup. Det är dock troligt, att det mullhaltiga lagrets djup är mindre inom andra delar av försöksplatsen. Växtnäringsstillståndet är någorlunda tillfredsställande. Under 70 cm djup ökar lerhalten successivt liksom växtnäringsinnehållet. Rotutvecklingsmöjligheter finns i hela profilen.

Hela det omgrävda lagret hade enligt profilbeskrivningen ungefär samma kornstorlekssammansättning och växtnäringsinnehåll. Några speciella omblandningseffekter kan därför inte förväntas. Rotutvecklingen i alven kan ske framförallt i de vertikala maskkanaler och gamla rotkanaler som förekommer. Sådana kanaler brukar vara mycket stabila. Vid en omgrävning förstörs de dock i stor utsträckning. Samtidigt skapas ett omfattande nytt makroporsystem. På denna jord måste emellertid det nyskapade makroporsystemet antas vara ganska instabilt och minska snabbt i omfattning. Man kan därför inte vänta några stora och långvariga positiva effekter på vattengenomsläpplighet, rotutvecklingsmöjligheter eller avkastning.

1965-08-09, ca två månader efter omgrävningen, observerades upptorkningen efter ett regn. Det omgrävda ledet var då torrare i ytan än det obehandlade. Vårarna 1966 och 1967 uttogs vattenhaltsprover ur matjorden strax före vårbrukets början. Vattenhalten visade sig vara något högre i det omgrävda ledet än i det obehandlade. Ledskillnaderna är dock statistiskt sett osäkra.

Försöket kvarlåg fem år, under vilka fyra försöksmässiga skördar togs (tabell 6). Endast ett av åren erhöles en avkastningsökning. Denna var dock inte statistiskt signifikant. Under här rådande markförhållanden är det därför mycket osannolikt att en djupbearbetning med likartad verkan som den prövade bearbetningens kan bli ekonomiskt lönande i praktiken.

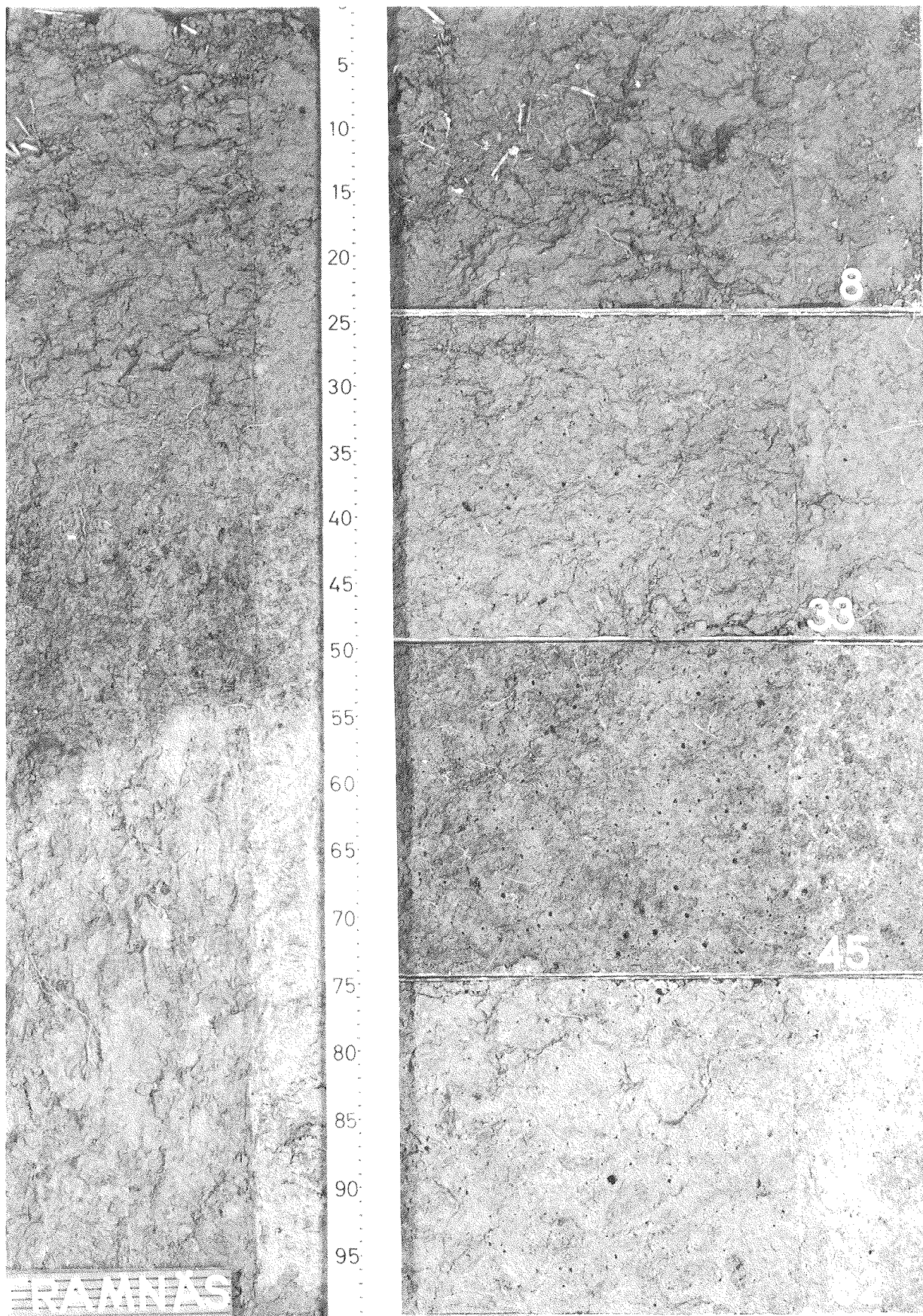


Fig 1. Försök P 578/65, Framnäs. Markprofil från försöksplatsen år 1965. Vertikal-
snitt 0-100 cm samt horisontalsnitt på djupen 8, 33, 45 och 62 cm.

*Experiment P 578/65. Soil profile from the experimental site 1965. Vertical cut
0-100 cm, horizontal cuts at depths of 8, 33, 45 and 62 cm.*

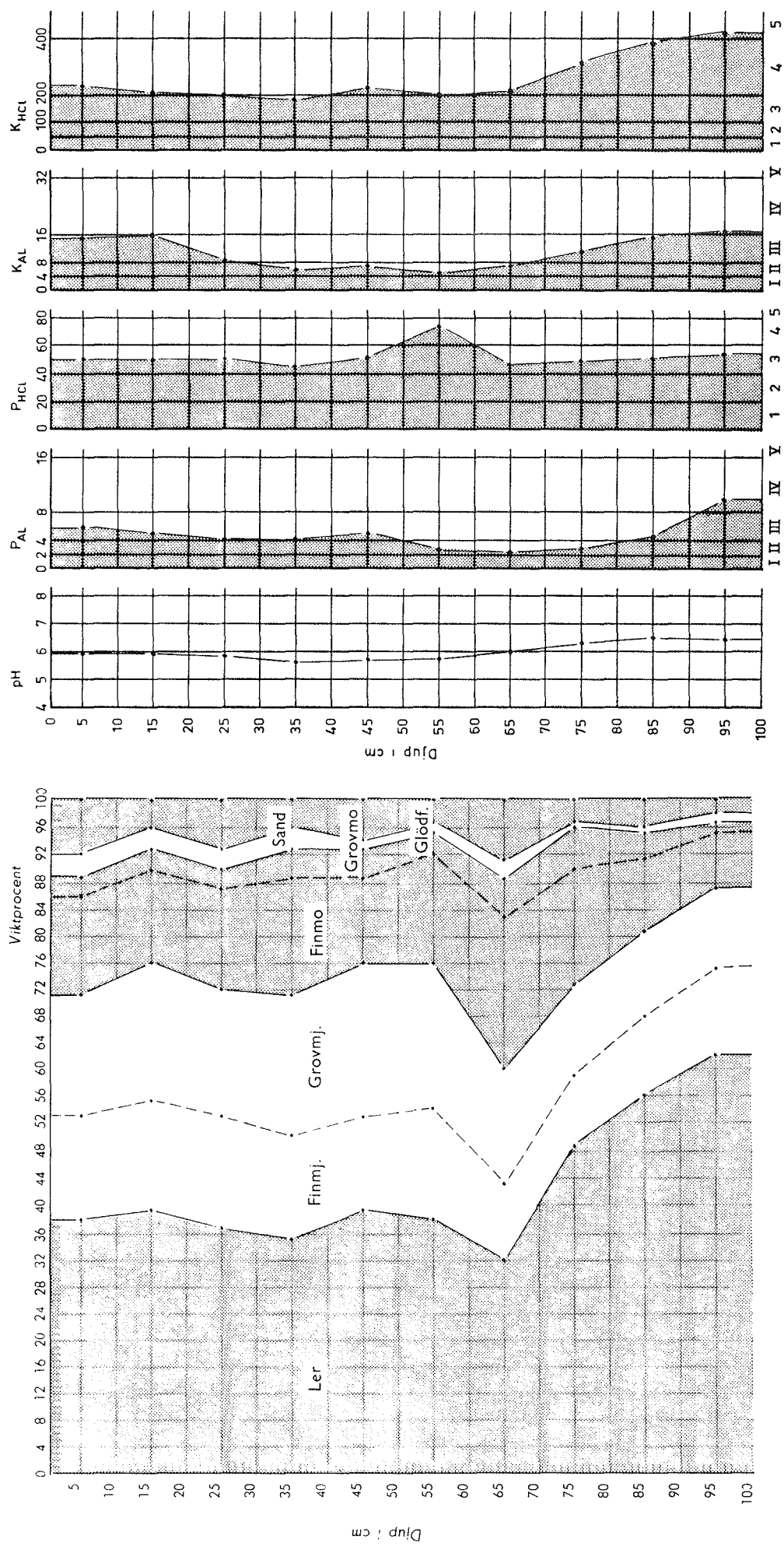


Fig 2. Försök P 578/65, Framnä. Markprofil från försöksplatsen år 1965. Kornstorleksfördelning samt pH-värde och växt-närings innehåll.

Experiment P 578/65. Particle size distribution, pH-, P- and K-values of the soil.

Tabell 6. Försök P 578/65, Framnäs. Skörderesultat i kg/ha resp relativtal (led A= 100).

Experiment P 578/65. Yield results in kg per ha or relative values (A= 100). Treatments: A) No treatment, B) Digging and mixing the 25-75 cm soil layer.

År	Gröda	Skörd <i>Yield</i>		Signifikans
		Led A	Led B	
<i>Year</i>	<i>Crop</i>	kg/ha	rel	<i>Significance</i>
1966	Havre	2.760	101	-
1967	Vårraps	Ej försöksmässig skörd		-
1968	Korn	5.550	99	-
1969	Korn	3.200	110	-
1970	Havre	1.880	101	-
Medeltal	<i>Mean values</i>	100	103	

Försök P 579/65, Salbo, Brålanda.

Datum för omgrävningen: 1965-06-14 (helträda).

Omgrävningsdjup enligt mätning med stickkäpp 1965-08-09: 80-90 cm.

Fältplan: Identisk med fältplanen för försök P 578/65.

Figur 3 visar en markprofil från försöksplatsen och i fig 4 redovisas kornstorlekssammansättningen och växtnäringsinnehållet. Matjorden är en mellanlera med stort innehåll av finmo och mjåla. Mullinnehållet är ganska högt. I alven ökar lerhalten långsamt med djupet från 40 procent högst upp till 60 procent på 1 m djup. Växtnäringsstillståndet är gott bortsett från en bristzon vad gäller lättlöslig fosfor i alvens översta del. Omgrävning kan tänkas medföra en obetydlig förbättring av växternas fosfortillgång.

Maskkanalernas antal är mindre än på föregående försöksplats. Rotutvecklingen i alven bör därför bli något svagare och förstörelsen av befintliga rotvägar vid omgrävningen något mindre omfattande. Alvens struktur kan antas vara något stabilare, ty lerhalten är högre. Detta bör minska risken för negativa effekter av omgrävningen samtidigt som luckringen bör få längre varaktighet. Utsikterna till positiva omgrävningseffekter är därför något bättre på denna försöksplats än på föregående.

1965-08-09, ca två månader efter omgrävningen, iaktogs, att markytan på de omgrävda rutorna låg synbart högre än på de obehandlade. Samtidigt observerades upptorkningen efter regn. Det omgrävda ledet var bättre upptorkat i ytan än det obehandlade. Vårarna 1966 och 1967 uttogs vattenhaltsprover från matjorden strax före vårbrukets början. Vattenhalten var båda åren något högre i det omgrävda ledet än i det obehandlade. Ledskillnaderna var dock statistiskt sett osäkra.

Försöket kvarlåg sex år, under vilka fem försöksmässiga skördar togs (tabell 7). Under de första åren erhöles positiva effekter, ett par år statistiskt signifikanta sådana. Det sammanlagda värdet av de första årens skördeökningar är i 1975 års priser av storleksordningen 700 kr per ha.

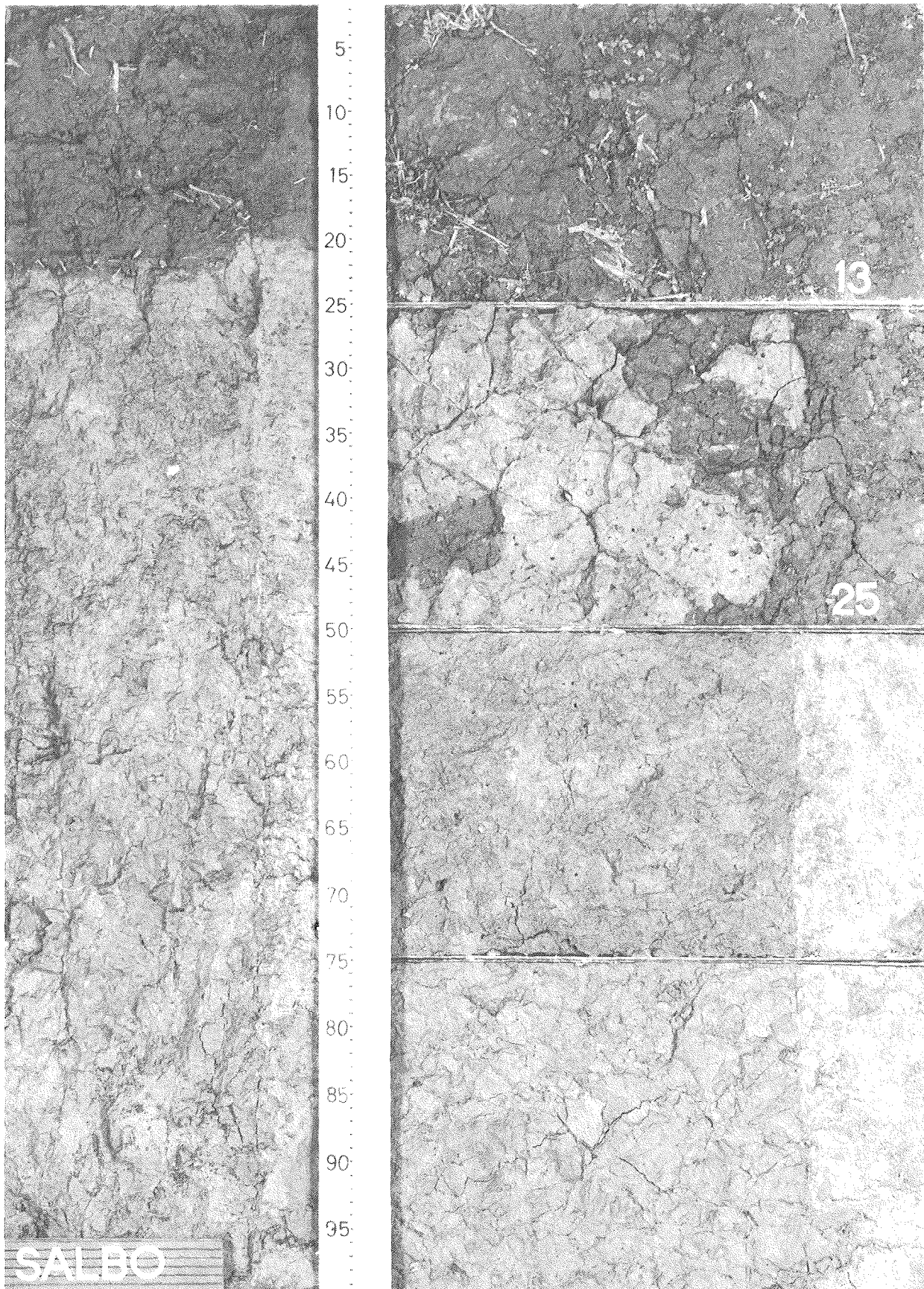


Fig 3. Försök P 579/65, Salbo. Markprofil från försöksplatsen år 1965. Vertikal-
snitt 0-100 cm samt horisontalsnitt på djupen 13, 25, 40 och 70 cm.

Experiment P 579/65. Soil profile from the experimental site 1965. Vertical cut
0-100 cm, horizontal cuts at depths of 13, 25, 40 and 70 cm.

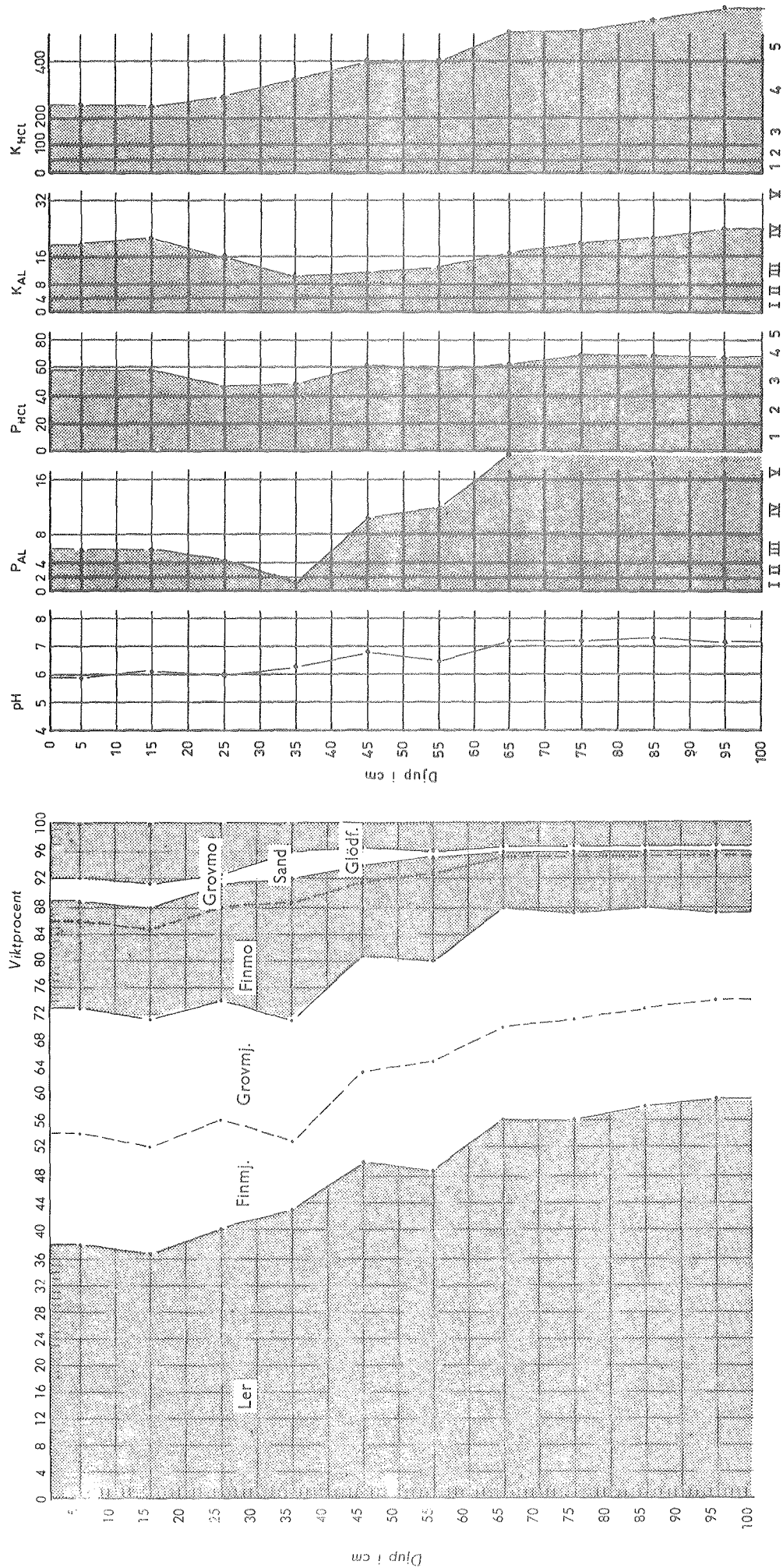


Fig 4. Försök P 579/65, Salbo. Markprofil från försöksplatsen år 1965. Kornstorleksfördelning samt pH-värde och växt-näringsinnehåll.

Experiment P 579/65. Particle size distribution, pH-, P- and K-values of the soil.

Tabell 7. Försök P 579/65, Salbo. Skörderesultat i kg/ha resp relativ-tal (led A= 100).

Experiment P 579/65. Yield results in kg per ha or relative values (A= 100). Treatments: The same as in experiment P 578/65.

År Year	Gröda Crop	Skörd Yield		Signi- fikans Signi- ficance
		Led A kg/ha	Led B rel	
1966	Havre	3.670	116	*
1967	Havre	2.710	108	-
1968	Vårraps	3.130	109	**
1969	Konservärt	Ej försöksmässig skörd		
1970	Höstvete	6.590	99	-
1971	Havre	5.630	98	-
Medeltal Mean values		100	106	

Om man i praktiken skall genomföra en djupbearbetning med en likartad verkan som den i försöket prövade, så blir denna emellertid mycket dyrbar och kan knappast bli ekonomiskt lönande.

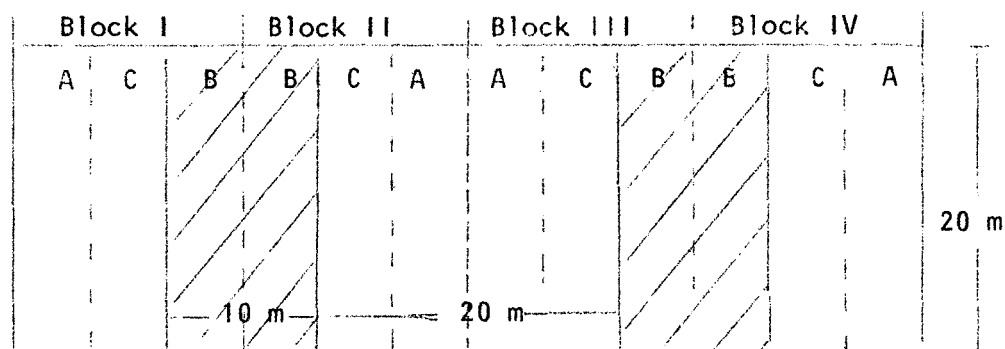
Försök R 151/66, Tveta, Saleby.

Datum för omgrävningen: 1966-06-20. Matjorden dock återförd först 1966-07-01.

Gröda anläggningsåret: Helträda.

Vattenhalt i marken vid omgrävningen: 16 viktsprocent vid markytan, successivt ökande med djupet till 22 procent på 50 cm djup.

Fältplan:



Det icke omgrävda ledet delades vid skörden upp i två led, nämligen:

- A. Icke avluckyrat. längst från B.
- C. Icke avluckyrat, närmast B.

Anledningen till uppdelningen var, att man ville studera eventuell sidoverkan av omgrävningen. Från C-rutornas mitt är det ca 2,5 m till gränsen för närmaste omgrävda ruta, från A-rutornas mitt 7,5 m,

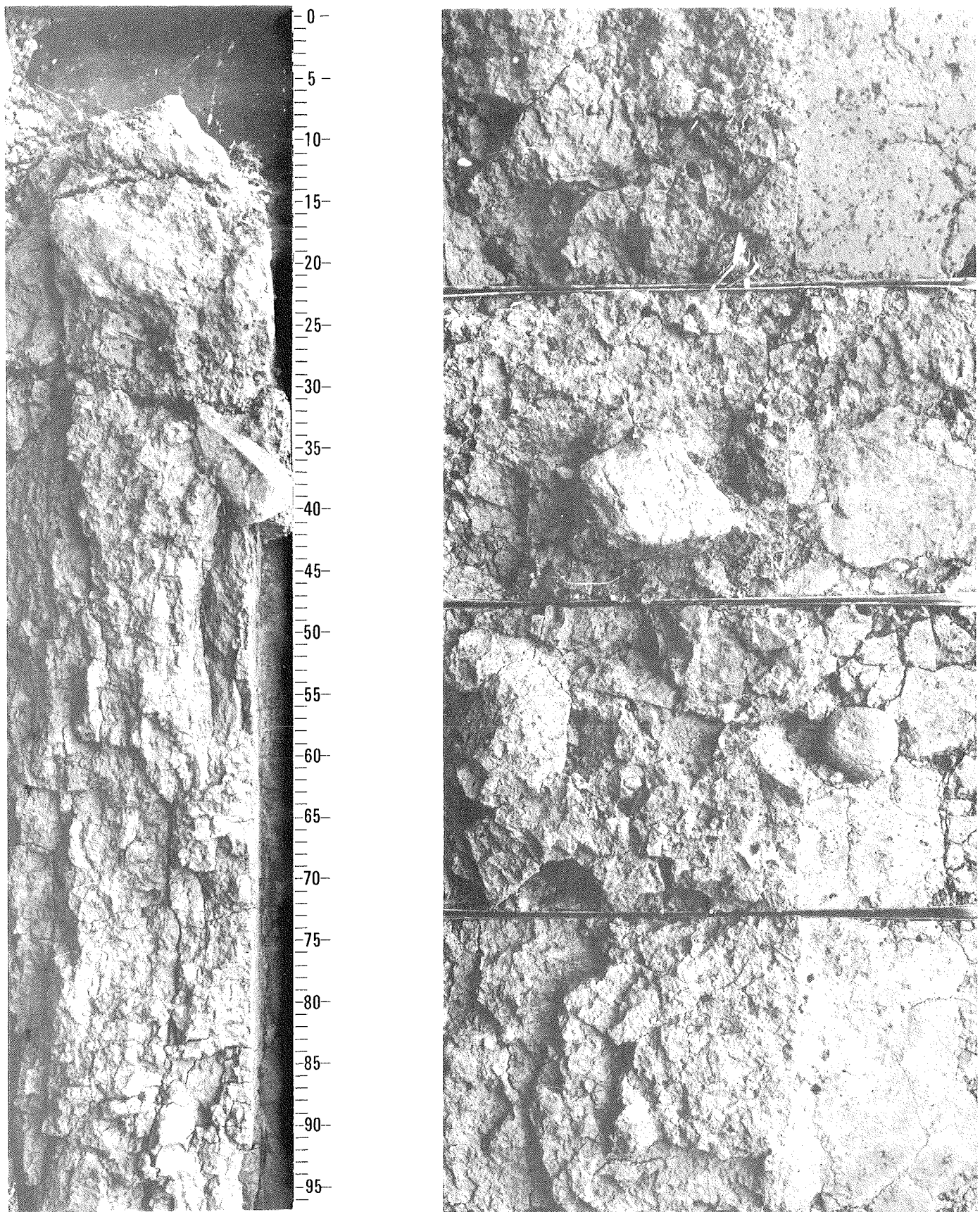


Fig 5. Försök R 151/66, Tveta. Markprofil från försöksplatsen år 1973. Vertikal-
snitt 0-100 cm samt horisontalsnitt på djupen 10, 24, 32 och 55 cm.

*Experiment R 151/66. Soil profile from the experimental site 1973. Vertical cut
0-100 cm, horizontal cuts at depths of 10, 24, 32 and 55 cm.*

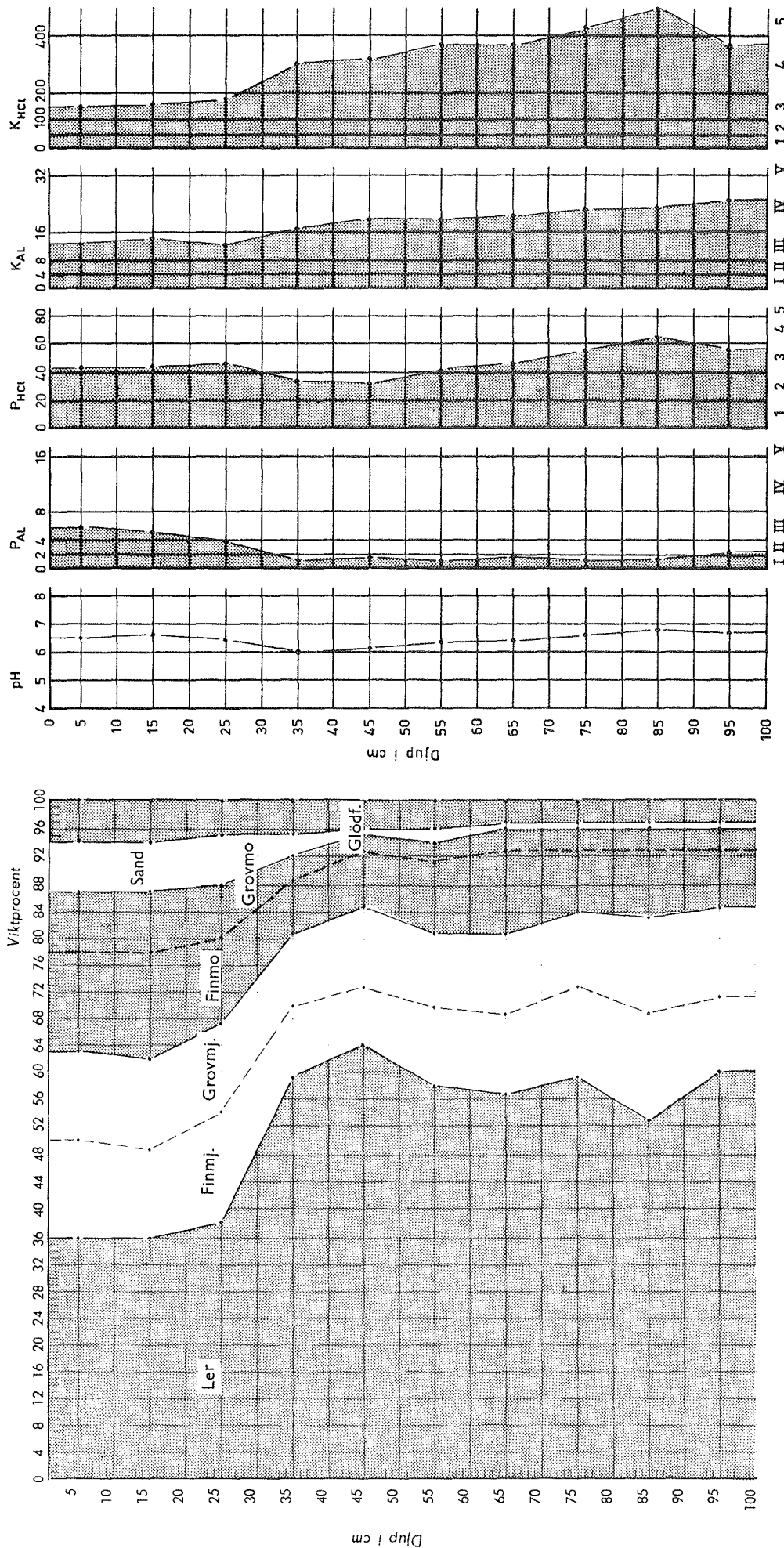


Fig 6. Försök R 151/66, Tveta. Markprofil från försöksplatsen år 1973. Kornstorleksfördelning samt pH-värde och växt-näringsinnehåll.

Experiment R 151/66. Particle size distribution, pH-, P- and K-values of the soil.

Fig 5 visar en markprofil uttagen på försöksplatsen år 1973 och i fig 6 redovisas profilens kornstorlekssammansättning och växtnäringssammansättning. Matjordslagret består av en måttligt mullhaltig mellanlera. Under det största plöjningsdjupet på närmare 30 cm djup vidtar en styv lera med ca 60 procent lerhalt. Växtnäringstillståndet är i stort sett gott. P_{AL} -värdena i alven är dock låga.

Alven är ovanligt homogen och några omblandningseffekter kan därför knappast förväntas. Aggregeringen i alven är tydlig men inte särskilt rikt utvecklad. Maskkanalernas antal är ringa. En luckring kan antas förbättra genomsläpligheten för vatten och luft liksom rotutvecklingsmöjligheterna. Då jorden är styv och har god strukturabilitet kan en luckring förväntas få lång varaktighet.

Blandning av matjord och alv var ej avsedd att ske under djupbearbetningen. Ändå torde ett visst materialutbyte ha skett, bl a genom att matjord runnit ner i en del av de grövre sprickor, som omgrävningen åstadkommit. I gengäld har en viss mängd styv lera från alven kommit att blandas in i matjorden och ökat dennas lerhalt. På denna plats kan ett måttligt materialutbyte mellan matjord och alv antas vara till fördel. Ett liknande materialutbyte måste givetvis ha skett också på de båda tidigare försöksplatserna, fastän detta inte särskilt påpekats.

Försöket har kvarlegat i nio år, under vilka åtta försöksmässiga skördar tagits (tabell 8).

Tabell 8. Försök R 151/66, Tveta. Skörderesultat i kg/ha resp relativtal (led A = 100).

Experiment R 151/66. Yield results in kg per ha or relative values (A = 100). Treatments: A) No treatment, 7-8 m away from B, B) Digging and mixing the 25-75 cm soil layer, C) No treatment, 2-3 m away from B.

År Year	Gröda Crop	Skörd Yield			Signi- fikans Signi- ficance
		Led A kg/ha	Led B rel	Led C rel	
1967	Höstvete ¹⁾	6.530	108 ²⁾	101	*
1968	Havre	3.610	111	104	-
1969	Träda	-	-	-	-
1970	Höstvete ³⁾	5.620	103	100	-
1971	Höstvete ³⁾	3.020	117	113	-
1972	Korn ¹⁾	3.180	121	113	-
1973	Havre	4.910	104	98	-
1974	Höstvete	7.610	98	98	-
1975	Havre	4.210	103	95	-
Medeltal Mean values		100	108	103	

1) År 1967 och 1972 anges avkastningen vid den vid trösktillfället rådande vattenhalten. I övrigt anges avkastningsvärdena liksom i övriga tabeller vid en vattenhalt av 15 %.

2) Bättre bestånd på våren samt mera liggsäd vid skörden i led B än i led A och C.

3) Vetet var uppfruset i hög grad och föll omkull vid mognad.

Flertalet år har det djupbearbetade ledet givit en betydande avkastningsökning. Endast under ett av de enskilda åren har dock denna varit statistiskt signifikant. Någon tendens till minskning av effekten med tiden kan knappast spåras. Däremot föreligger en statistiskt signifikant korrelation mellan avkastningsnivån och djupbearbetningseffekten. Under år med låg avkastning är nämligen effekten stor och tvärt om. Det finns också en tendens till att havren vid samma skördenivå visar lägre djupbearbetningseffekt än vetet.

Det avluckyrade ledet har totalt under perioden givit en avkastningsökning av drygt 2000 kg stråsådeskärna per ha, vilket kan betala ett ganska dyrbart ingrepp. En effektiv djupbearbetning på en styv lera är dock mycket energikrävande och kostsam och kan ej rekommenderas på basis av endast ett försök. Flera likartade försök på styva leror synes dock motiverade.

Djupbearbetningen tycks ha haft en viss sidoverkan. Även i C-ledet har nämligen en avkastningsökning erhållits, i genomsnitt ca en tredjedel av avkastningsökningen i B-ledet. Även om denna kan ha rent slumpmässiga orsaker, så är en sådan sidoverkan ej osannolik.

Kommentarer

De försöksmässiga bearbetningarna har i denna försöksserie varit mycket mera djupgående och intensiva än i de övriga rapporterade serierna. I försök R 151/66, Tveta, har omgrävningen, av resultaten att döma, haft en viss positiv sidoverkan på den angränsande, icke omgrävda marken. Hur långt denna sidoverkan sträckt sig ger resultaten ej upplysning om. Det kan vara möjligt, att den sträckt sig även in i A-rutorna. Liknande sidoverkningar kan ha förekommit också i de övriga försöken i serien, varför resultaten från samtliga måste bedömas med en viss försiktighet.

I de övriga försöksserierna, där bearbetningarna som nämnts varit mindre djupgående, har sidoverkningarna troligen endast haft ringa betydelse. Härtill bidrar dessutom, att flera av försöken i dessa serier legat på lätta jordar.

Här är inte plats för någon fullständig utredning av vilka effekter en kraftig djupbearbetning kan tänkas få inom de bearbetade områdena och vilka sidoverkningar, som kan erhållas. Dessa effekter är nämligen mycket komplexa. Här kan endast kort omnämnas, att effekterna på vattenhushållningen torde vara de mest betydelsefulla och att sidoverkningarna kan antas bli störst på styva och svårgenomsläppliga jordar.

Då jorden är starkt vattenmättad eller helt vattenfylld är vatteninnehållet (mätt i viktsprocent såväl som i volymprocent) högre i den omgrävda jorden än i den obearbetade. Vattengenomsläppligheten är emellertid också högre, varigenom dräneringens inledande fas underlättas. När vattenhalten sjunker, avtar den kapillära ledningsförmågan och detta sker snabbast i den omgrävda jorden. Det är därför inte säkert, att dräneringens slutfas underlättas utan den kanske rentav fördröjs. Den luftfyllda porvolymen är störst i den omgrävda jorden. Detta medför högre luftgenomsläpplighet och ökad gasdiffusion, varigenom den direkta avdunstningen från marken ökar.

Det förda resonemanget förutsätter, att det finns någon dräneringsledning genom det omgrävda området eller att dräneringen på annat sätt är säkrad. Om så inte är fallet, kan vatten från omgivningen rinna ner i

den omgrävda jorden utan att kunna dräneras bort.

Hur vattenhushållningen påverkas av en djupluckring är således en komplex fråga och beror av jordens utgångstillstånd, av hur genomgripande luckringen är, av nederbörds-, avdunstnings- och dräneringsförhållandena m m. I svårgenomsläppliga jordar kan man dock förvänta positiva effekter, förutsatt att en ordentlig dränering finns. Sidoeffekterna på omgivande orörd mark kan i de allra flesta fall förväntas vara positiva (jfr täckdikningens verkan).

En djupluckring påverkar förutom vattenhushållningen också en mängd andra för odlingen väsentliga markegenskaper. Dit hör rotutvecklingsmöjligheterna, växtnäringsituationen m m.

Vid bedömningen av avkastningsresultaten i serie R2-2301 är en detalj i sättet för djupbearbetningens utförande värd att observera. Före omgrävningen skrapades matjordslagret åt sidan med schaktmaskin och fördes tillbaka igen sedan omgrävningen slutförts. Det är inte säkert att man lyckades återföra exakt samma jordmängd, som man fört bort. Detta kan ha medfört ett visst fel. Åtminstone i ett av försöken (P 579/65, Salbo) las den bortschaktade jorden på de angränsande ej omgrävda försöksrutorna. Därigenom fördubblades felet, om man ej återförde rätt jordmängd. Körningen med schaktmaskinerna över de icke omgrävda rutorna gav också en viss packning, som kan ha påverkat resultaten under de första försöksåren.

Omgrävningen orsakade en tydlig förhöjning av markytan på de omgrävda rutorna. Denna minskade dock efter hand genom markens sättning. De första årens bearbetningar kan ändå ha medfört, att en viss mängd matjord har släpats över från de omgrävda, upphöjda rutorna till de icke omgrävda. Även detta kan ha orsakat smärre försöksfel.

Här ovan har pekats på några okontrollerbara felkällor, som gör, att försöksresultaten i denna serie måste bedömas med en viss försiktighet. Felkällorna är dock troligen inte större än att resultaten är någorlunda riktiga. Det är i varje fall inte sannolikt, att de redovisade resultaten övervärderar omgrävningseffekterna.

Försöksserie R2-2402.

Under höstarna 1964 och 1965 las fem försök ut i nordvästra Skåne och södra Halland för studium av kombinerad djupbearbetning och alvgödsling. Alvgödslingen togs med i försöken av den orsaken, att man på åkermark ofta har en utpräglad minimizon i alvens översta del vad gäller tillgången på växtnäringsämnen (P och K). Då är det naturligt att fråga, om en gödsling i denna minimizon kan förbättra grödans utvecklingsbetingelser. En alvgödsling kan emellertid endast göras i samband med någon djupbearbetning.

Man hade tidigare lagt ut försök enligt plan R2-2401 (se Edling, Nilsson & Håkansson, 1969) med djupplöjning samt med alvluckring i plogfårans botten i samband med plöjning. Utrustning för försöksmässigt genomförande av sådana bearbetningar fanns därför. I de nya försöken ingick samma bearbetningsled som i de tidigare försöken men nu i kombination med PK-gödsling i alven enligt följande försöksplan:

11. Normal plöjning. Utan PK.

12. Normal plöjning. Med PK.

21. Plöjning 10-15 cm djupare än normalt. Utan PK.

22. Plöjning 10-15 cm djupare än normalt. Med PK.

31. Plöjning till normalt djup + alvluckring 10 cm. Utan PK.

32. Plöjning till normalt djup + alvluckring 10 cm. Med PK.

Försöken las ut som splitplotförsök i fyra block med olika bearbetningar i huvudrutorna och olika gödslingar i smårutorna. I Skåneförsöken var smårutornas storlek 5 x 40 m, i Hallandsförsöken 6 x 20 m. För att underlätta utläggningen var rutfördelningen i block I och III spegelvänd mot den i block II resp IV.

Djupbearbetning och -gödsling gjordes endast vid ett tillfälle. Därefter brukades hela försöket på för gården normalt sätt. Vid försöksutläggningen plöjdes leden 11 och 12 med en vanlig tvåskärig 12" eller 14" plog till normalt djup. Leden 21 och 22 plöjdes med en enskärig 18" överumplog, varvid ett djup minst 10 cm större än det normala eftersträvades. Leden 31 och 32 plöjdes med en enskärig 14" plog utrustad med ett alvluckringsskär, vanligen inställt för ett arbetsdjup 10 cm under den normala plogkroppens arbetsdjup. Alvluckringsplogen var byggd av en normal, tvåskärig, bogserad överumplog, vars främsta plogkropp ersatts med ett alvluckringsskär, som hade samma bredd som den ordinarie plogkroppens skär. Alvluckringsskåret arbetade därigenom i botten av den öppna plogfåran, efter det att traktorns fårhjul passerat. Vid lämpliga markförhållanden blev på detta sätt hela ytan effektivt luckrad till ett djup av ca 10 cm under plogbotten.

Den försöksmässiga gödslingen gjordes med kornad kalisuper, PK 15-15 eller PK 15-10 (beteckningar enligt då tillämpat system). Givan var 2000 kg/ha, vilket ger 132 kg P och 248 kg K per ha resp 132 kg P och 166 kg K per ha för respektive gödselslag. Gödseln placerades på botten av plogfåran (led 12 och 22) respektive under det alvluckrade lagret (led 32). Plogen utrustades med en gödsellåda, vars utmatningsanordning drevs av ett tandat hjul, som gick på marken bakom plogen. Genom plastslangar leddes gödseln ner omedelbart bakom plogens skär respektive under alvluckringsskåret, där det fördelades med hjälp av en fördelningsplåt. På så vis blev gödseln placerad i band av ett par dm bredd på respektive leds största bearbetningsdjup och med ett band per plogtilta.

Försök L 201/64, Granlunda, Klippan.

Markförhållanden: Lerig sand med ganska högt mullinnehåll i matjorden (tabell 9). Ganska stort fosforinnehåll. Kaliuminnehållet i alven litet.

Datum för anläggningen: 1964-10-09.

Gröda anläggningsåret: Potatis.

Fuktighetstillstånd i marken vid bearbetningstillfället: Gynnsamt.

Uppmätt bearbetningsdjup; led 11 och 12: 20,7 cm
led 21 och 22: 34,3 cm
led 31 och 32: 21,3 + 10 cm.

Gödselmedel: PK 15-15.

Tabell 9. Försöksserie R2-2402. Kornstorlekssammansättning och multhalt samt pH-värde, fosfor- och kaliumtillstånd i matjorden och i alvens översta del på fyra av försöksplatserna.

Series R2-2402. Particle size distribution, organic content and pH-, P- and K-values of the topsoil (=Matj) and of the upper part of the subsoil (=Alv) at four of the experimental sites.

Lager	Kornstorlekssammansättning, %				Multh Org cont %	pH	P _{AL}	P _{HCl}	K _{AL}	K _{HCl}
	Ler <0,002 mm	Mjälä 0,002- 0,02 mm	Mo 0,02- 0,2 mm	Sand 0,2- 2 mm						
<u>Försök L 201/64, Granlunda</u>										
Matj	11	7	26	45	11,6	5,2	14,0	45	16,7	57
Alv	7	3	34	53	2,8	5,2	5,7	18	2,5	20
<u>Försök L 202/64, Skäldinge</u>										
Matj	30	25	34	7	3,6	6,8	7,8	52	11,7	173
Alv	37	25	31	5	1,5	7,0	2,0	25	10,6	227
<u>Försök M 400/64, Lönhult</u>										
Matj	38	22	21	15	3,8	7,5	13,0	47	23,7	343
Alv	48	25	18	7	1,4	7,8	6,1	34	18,3	395
<u>Försök N 158/65, Stockholmsgården</u>										
Matj	mmh	sa	Mo		4,0	5,1	6,0	-	5,8	23
Alv					3,8	5,4	3,3	-	5,3	20

Försöksmässig skörd togs åren 1965--68 (tabell 10). År 1968 var grödan förstaårsvall. Vid bestämning av torrsustanshalten i grönmassan erhöles då mycket osannolika värden, varför detta års avkastningsresultat ej redovisas. Under åren 1965--67 erhöles endast små och osäkra skillnader i avkastning mellan försöksleden.

Tabell 10. Försök L 201/64, Granlunda. Skörderesultat i kg/ha respektive relativtal (led 11 = 100).

Experiment L 201/64. Yield results in kg per ha or relative values (Treatment 11 = 100). Treatments:

- 11. Normal ploughing, normal fertilizing.
- 12. Normal ploughing, extra fertilizing.

- 21. Deep ploughing 1964, normal fertilizing.
- 22. Deep ploughing 1964, extra fertilizing.

- 31. Normal ploughing + subsoiling 1964, normal fertilizing.
- 32. Normal ploughing + subsoiling 1964, extra fertilizing.

(The working depths are 21 cm, 34 cm and 21 + 10 cm respectively. Extra fertilizing = 132 kg P and 248 kg K per ha at the greatest working depth.)

Försöksled Treatments		1965 Korn Barley	1966 Potatis Potatoes	1967 Korn Barley	Medeltal Mean values
11	Normal plöjn Utan PK	4.600	39.800	3.010	100
12	" " Med PK	101	103	102	102
21	Djupplöjn Utan PK	96	102	97	98
22	" " Med PK	99	100	99	99
31	Plöjn+alvluckr Utan PK	94	105	100	100
32	" " Med PK	95	103	97	98
1	Normal plöjn 21 cm	100	100	100	100
2	Djupplöjn 34 cm	97	99	97	98
3	Plöjn+alvluckr 21+10 cm	94	102	98	98
1	Utan extra PK	100	100	100	100
2	132 kg P, 248 kg K extra	102	100	100	101
Signifikans <i>Significance</i>		-	-	-	

Försök L 202/64, Skälvinge, Munka-Ljungby.

Markförhållanden: Matjorden är en måttligt mullhaltig moränmellanlera med ganska gott växtnäringstillstånd (tabell 9). Alvens översta del är en moränmellanlera med svagt fosfortillstånd. Ganska mycket sten.

Datum för anläggningen: 1964-10-07.

Gröda anläggningsåret: Ärtor + vitsenap.

Fuktighetstillstånd i marken vid bearbetningstillfället: Gynnsamt.

Uppmätt bearbetningsdjup; led 11 och 12: 20,5 cm
led 21 och 22: 29,8 cm
led 31 och 32: 20,7 + 10 cm.

I led 21 och 22 kunde det önskade bearbetningsdjupet ej uppnås p g a sten.

Gödselmedel: PK 15-10.

Tabell 11. Försök L 202/64, Skäldinge. Skörderesultat i kg/ha respektive relativtäl (led 11 = 100).

Experiment L 202/64. Yield results in kg per ha or relative values (Treatment 11 = 100). Treatments: Similar to those in experiment L 201/64.

Försöksled <i>Treatment</i>		1965 Korn <i>Barley</i>	1966 Havre <i>Oats</i>	1967 Vårvete <i>Summer wheat</i>	1968 Korn <i>Barley</i>	Medeltal <i>Mean values</i>
11 Normal plöjn	Utan PK	5.820	3.940	4.300	4.240	100
12 " "	Med PK	96	97	104	97	99
21 Djupplöjn	Utan PK	97	109	107	100	103
22 " "	Med PK	91	97	108	99	99
31 Plöjn+alvluckr	Utan PK	96	102	104	100	101
32 " "	Med PK	98	103	109	104	104
1 Normal plöjn	21 cm	100	100	100	100	100
2 Djupplöjn	30 cm	96	104	105	101	102
3 Plöjn+alvluckr	21+10 cm	99	104	105	103	103
1 Utan extra PK		100	100	100	100	100
2 132 kg P, 166 kg K extra		97	96	103	100	99
Signifikans	<i>Significance</i>	-	-	-	-	

Försöksmässig skörd togs åren 1965--68 (tabell 11). Det erhöjls endast ganska små och osäkra skillnader mellan leden i avkastning. Första året gav djupbearbetningarna en svagt negativ effekt, därefter en svagt positiv. De avkastningsökningar som genomsnittligt erhöjls i ett par av försöksleden är alltför små och osäkra för att de prövade åtgärderna skall kunna rekommenderas till praktiskt genomförande.

Försök M 400/64, Lönhult, Mjöhult.

Markförhållanden: Matjorden är en måttligt mullhaltig styvare mellan- lera med gott växtnäringstillstånd, alvens översta del en styv lera med ganska gott växtnäringstillstånd (tabell 9). Jorden har dåligt strukturstillstånd och är mycket svårbrukad samt har låg genomsläpplighet för vatten.

Datum för anläggningen: 1964-10-05.

Gröda anläggningsåret: Höstvete.

Fuktighetstillstånd i marken vid bearbetningstillfället: Tämligen torrt.

Uppmätt bearbetningsdjup, led 11 och 12: 20,7 cm
 led 21 och 22: 28,1 cm
 led 31 och 32: 19,2 + 10 cm.

Djupbearbetningarna kunde ej göras till önskat djup p g a att mar-
 ken var för torr och hård.

Gödselmedel: PK 15-10.

Tabell 12. Försök M 400/64, Lönhult. Skörderesultat i kg/ha respektive
 relativtäl (led 11 = 100).

*Experiment M 400/64. Yield results in kg per ha or relative values
 (Treatment 11 = 100). Treatments: Similar to those in experiment L 201/64.*

Försöksled <i>Treatment</i>		1965 Korn <i>Barley</i>	1966 Ängssvingelfrö	1967	1968 Höstraps <i>Oilseed</i> <i>w. rape</i>	Medeltal <i>Mean</i> <i>values</i>
11 Normal plöjn	Utan PK	4.220	395	710	3.390	100
12 " "	Med PK	92	124	127	102	111
21 Djupplöjn	Utan PK	99	90	89	104	96
22 " "	Med PK	101	127	78	102	102
31 Plöjn+alvluckr	Utan PK	95	110	108	101	104
32 " "	Med PK	96	91	123	101	103
1 Normal plöjn	21 cm	100	100	100	100	100
2 Djupplöjn	28 cm	104	97	73	102	94
3 Plöjn+alvluckr	19+10 cm	99	90	102	100	98
1 Utan extra PK		100	100	100	100	100
2 132 kg P, 166 kg K extra		98	114	110	100	106
Signifikans	Bearb	-	-	-	-	
Significance	Gödsl	-	-	-	-	
	Samspel	**	-	-	-	

Försöksmässig skörd togs åren 1965--68 (tabell 12). Åren 1966 och 1967
 var grödan ängssvingel för fröskörd. Trots att stora relativa skillnader
 i avkastning mellan leden erhöles, var de absoluta skillnaderna små och
 osäkra. Även de båda övriga åren var avkastningsskillnaderna små. Totalt
 kan försöksutslagen betecknas som små och osäkra.

Försök N 158/65, Stockholmsgården, Ålstorp.

Markförhållanden: En i matjorden måttligt mullhaltig sandig mo med
 ganska dåligt växtnäringstillstånd (tabell 9).

Datum för anläggningen: 1965-10-19.

Gröda anläggningsåret: Potatis.

Fuktighetstillstånd i marken vid bearbetningstillfället: Gynnsamt.

Uppmätt bearbetningsdjup, led 11 och 12: 22 cm
 led 21 och 22: 35,5 cm
 led 31 och 32: 22 + 14 cm.

Gödselmedel: PK 15-15.

Tabell 13. Försök N 158/65, Stockholmsgården. Skörderesultat i kg/ha respektive relativtal (led 11 = 100). (Sockerbetssocker angett i kg socker per ha.)

Experiment N 158/65. Yield results in kg per ha or relative values (Treatment 11 = 100). Treatments: Similar to those in experiment L 201/64.

Försöksled Treatments	1966 Korn Barley	1967 Sockerbetor Sugar beets	1968 Korn Barley	1969 Vall I Ley	1970 Havre Oats	Medeltal Mean values
11 Normal plöjn Utan PK	4.320	4.870	3.310	2.450	4.480	100
12 " " Med PK	103	105	117	97	102	105
21 Djupplöjn Utan PK	90	97	84	85	93	90
22 " " Med PK	94	103	98	111	98	101
31 Plöjn + alvl Utan PK	99	103	99	97	101	100
32 " " Med PK	100	107	106	120	100	107
1 Normal plöjn 22 cm	100	100	100	100	100	100
2 Djupplöjn 36 cm	90	97	84	99	95	93
3 Plöjn + alvl 22+14 cm	98	102	94	110	100	101
1 Utan extra PK	100	100	100	100	100	100
2 132 kg P, 248 kg K extra	103	105	113	116	102	108
Signifikans Bearb	-	-	-	-	-	-
Signifikans Gödsl	-	*	**	*	-	-
Signifikans Samspel	-	-	-	-	-	-

Försöksmässig skörd togs åren 1966--70 (tabell 13). Djupplöjningen gav hela tiden avkastningssänkning, alvluckringen däremot i genomsnitt ingen förändring av avkastningen. PK-gödslingen gav på denna näringsfattiga lokal genomgående en positiv effekt. Tre av de enskilda åren var denna statistiskt signifikant och måste totalt sett bedömas som säker. Någon tydlig samspelseffekt bearbetning-gödsling föreligger ej. Det är således lika bra att ge gödseln på normalt sätt som i samband med djupbearbetning. På en lokal som denna finns det därför ingen anledning att i praktiskt jordbruk genomföra någon av de prövade djupbearbetningarna.

Försök N 271/65, Nygård, Eldsberga.

Datum för anläggningen: 1965-10-05--07.

Gröda anläggningsåret: Höstvetete.

Fuktighet i marken vid bearbetningstillfället: Tämligen hög.

Uppmätt bearbetningsdjup, led 11 och 12: 21,5 cm
 led 21 och 22: 36,7 cm
 led 31 och 32: 23,7 + 10 cm.

Gödselmedel: PK 15-15.

Figur 7 visar en markprofil från försöksplatsen tagen år 1973. Kornstorlekssammansättning och växtnäringsinnehåll i denna profil visas i fig 8. Matjorden är en lerig, sandig mojord med ganska gott växtnärings-tillstånd. Under största plöjningsdjupet vidtar en lera med en lerhalt på ca 30 procent. På större djup ökar lerhalten. Fosfortillståndet är ganska dåligt i alvens översta del, kaliumtillståndet är bättre.

Försöksplatsen är ganska heterogen. På en del ställen, såsom i den redovisade profilen, går leran upp till matjordens botten. Fläckvis ökar lerhalten även i matjorden. Inom andra delar av försöket finns under matjorden ett lager av sandig mo med ganska låg lerhalt. Fläckvis sträcker sig molagret ända till 70 cm djup innan leran tar vid. Molagret har dåligt växtnärings-tillstånd (fig 8). Inom detta lager förekommer ett mer eller mindre kraftigt järnutfällningsskikt på djup varierande mellan 25 och 50 cm. I led 21 och 22 kunde järnutfällningsskiktet brytas helt genom djupplöjningen endast i ett av blocken. I övriga block låg det fläckvis för djupt.

Tabell 14. Försök N 271/65, Nygård, Skörderesultat i kg/ha respektive relativtäl (led 11 = 100).

Experiment N 271/65. Yield results in kg per ha or relative values (Treatment 11 = 100). Treatments: Similar to those in experiment L 201/64.

Försöksled <i>Treatments</i>		1966 Havre <i>Oats</i>	1967 Vall <i>Ley</i>	1968 V.vete <i>Summer wheat</i>	1969 Korn <i>Barley</i>	1970 V.raps <i>Oilseed s.rape</i>	1971 H.vete <i>Winter wheat</i>	Medel- tal <i>Mean values</i>
11 Normal plöjn	Utan PK	3.000	8.640	4.140	3.540	2.260	3.290	100
12 " "	Med PK	100	104	100	95	102	101	100
21 Djupplöjn	Utan PK	110	103	100	107	106	101	105
22 " "	Med PK	119	110	102	110	106	108	109
31 Plöjn + alvl	Utan PK	115	101	94	107	105	98	103
32 " "	Med PK	116	107	99	112	104	106	107
1 Normal plöjn 22 cm		100	100	100	100	100	100	100
2 Djupplöjn 37 cm		115	104	101	111	105	104	107
3 Plöjn + alvl 24+10 cm		116	102	96	112	103	101	105
1 Utan extra PK		100	100	100	100	100	100	100
2 132 kg P, 248 kg K ex.		103	106	102	101	100	105	103
Signifikans Bearb		-	-	-	-	-	-	
Significance Gödsl		-	**	-	-	-	-	
Samspel		-	-	-	-	-	-	

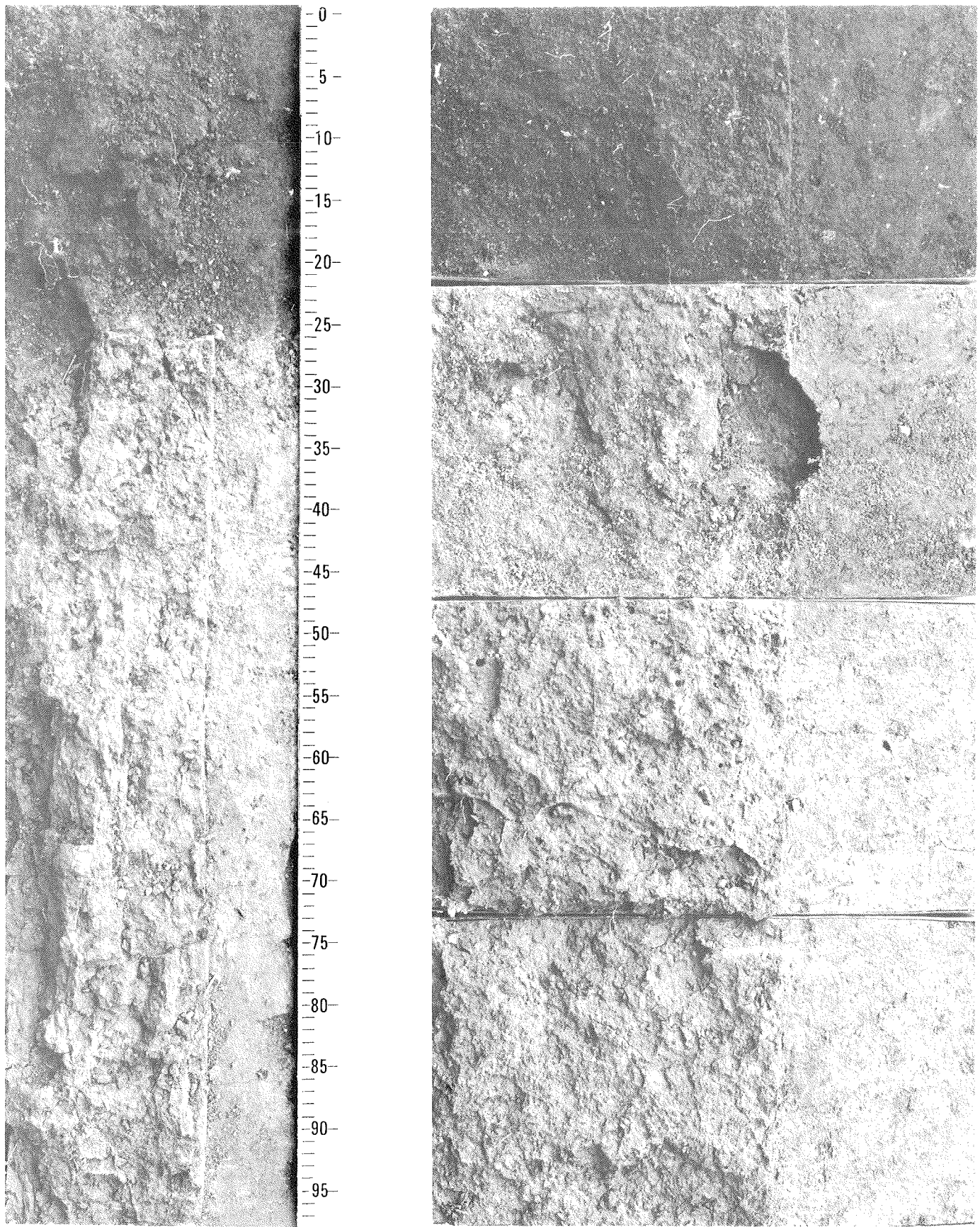


Fig 7. Försök N 271/65, Nygård. Markprofil från försöksplatsen år 1973. Vertikal-
snitt 0-100 cm samt horisontalsnitt på djupen 10, 26, 40 och 65 cm.

*Experiment N 271/65. Soil profile from the experimental site 1973. Vertical cut
0-100 cm, horizontal cuts at depths of 10, 26, 40 and 65 cm.*

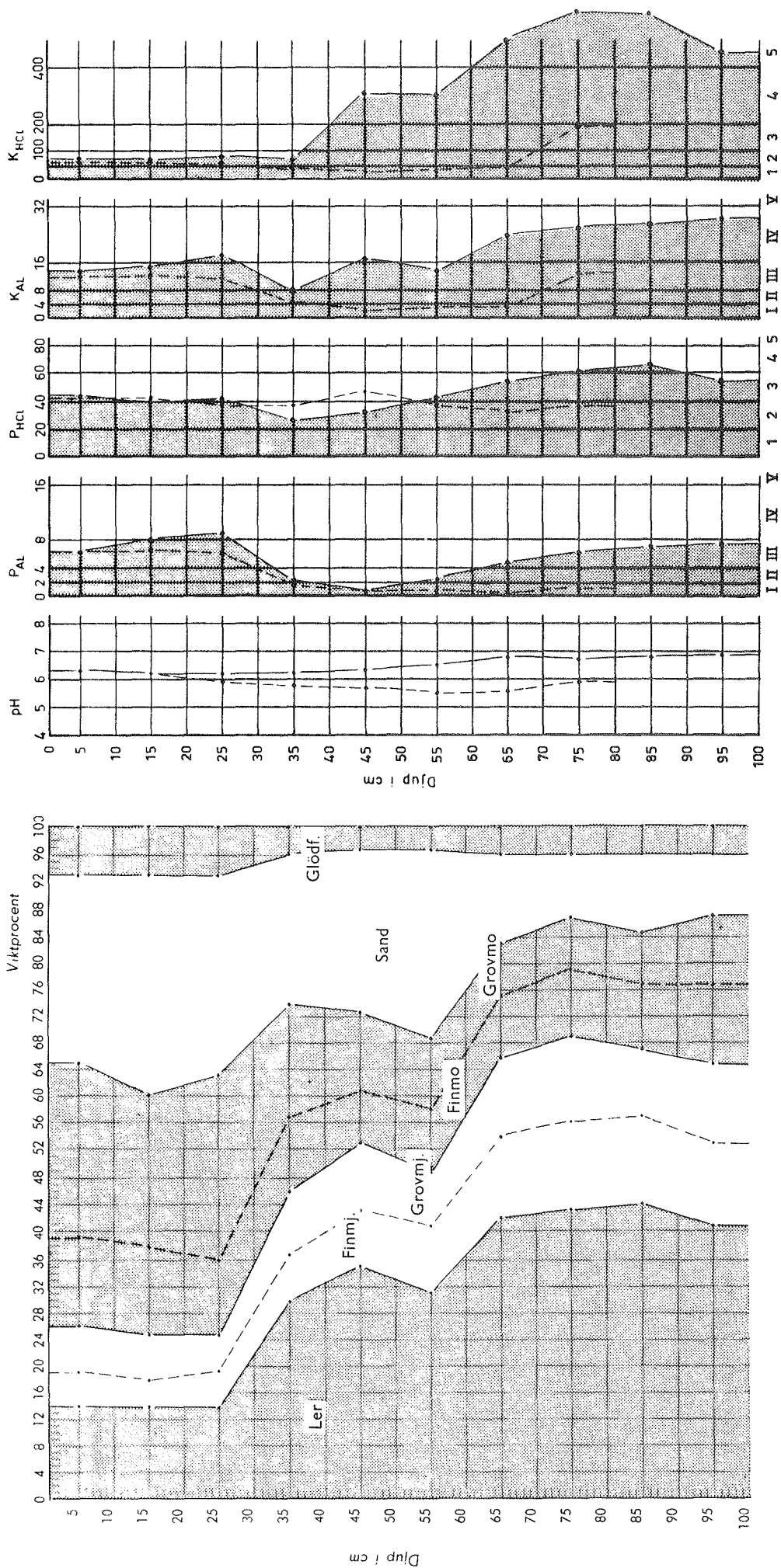


Fig 8. Försök N 271/65, Nygård. Markprofil från försöksplatsen år 1973. Kornstorleksfördelning samt pH-värde och växt-näringsinnehåll. I pH-, P- och K-diagrammen finns streckade kurvor. Dessa visar värden från en del av försöksplatsen, där lagret av sandig mo sträcker sig till ett djup av 70 cm. The extra (dotted) pH-, P- and K-curves originate from a part of the experimental site, where the layer of sand goes to a depth of 70 cm.

Försöksmässig skörd togs åren 1966--71 (tabell 14). Tyvärr finns en stark misstanke, att försöket vissa år blivit felskördat. Det finns nämligen två rutfördelningsskisser över försöket, en rättvänd och en spegelvänd. Det går inte att nu avgöra, om den felaktiga skissen någon gång blivit använd vid skörden och i så fall vilka år detta skett. Utöver de i tabell 14 redovisade värdena har därför också en avkastningsberäkning gjorts med hjälp av den spegelvända rutfördelningen. Därvid har dock endast avkastningen av orensad och otorkad vara kunnat beräknas. Vid beräkning på detta sätt går skillnaderna i avkastning mellan leden i stort sett i samma riktning som de enligt tabell 14 erhållna men är mindre än dessa. Endast huvudeffekten av bearbetningsbehandlingarna samt samspelet bearbetning-gödsling ändras. Huvudeffekten av gödslingen förblir oförändrad.

Trots misstanken om felskörd vågar man dra slutsatsen, att djupplöjningen givit en viss positiv effekt. Eventuellt kan dock denna vara endast hälften så stor som tabellen visar. Alvluckringen utvisar en svagare tendens i samma riktning. Den positiva djupbearbetningseffekten har varit ganska ut hållig.

PK-gödslingen har givit en skördeökning på i genomsnitt 3 procent. Ur tabellen kan ett positivt samspel mellan djupbearbetningarna och gödslingen utläsas. Räknar man efter den spegelvända rutfördelningen faller dock större delen av samspelet bort.

Under de markförhållanden, som råder på försöksplatsen, kan en djupplöjning i praktiken vara ekonomiskt försvarbar. En samtidig djupgödsling tycks vara av visst värde och skulle kunna övervägas, om den går lätt att genomföra. Någon stor ekonomisk vinst av djupbearbetningen eller alvgödslingen kan dock ej förväntas.

Kommentarer.

Av de fem försöken i denna serie har ett (N 271/65, Nygård) givit ett tämligen klart och uthålligt positivt utslag för djupbearbetningarna och särskilt för djupplöjningen. Detta är förståeligt med hänsyn till markförhållandena på platsen. Ett annat (N 158/65, Stockholmsgården) har givit negativt utslag för djupplöjningen. Uppgifterna om markförhållandena på denna lokal är dock mera knapphändiga. Det finns skäl, som talar för, att den negativa effekten har markkemiska orsaker (inblandning av näringsfattig alv i matjorden). I så fall kan man tänka sig, att en uppgödsling av jorden skulle kunna minska den negativa effekten eller rent av förbyta den i en positiv effekt.

I de tre övriga försöken i serien har endast små djupbearbetningseffekter erhållits. I försök L 201/64, Granlunda, kan de tillgängliga uppgifterna om markförhållandena möjligen ge anledning att förvänta positiva djupbearbetningseffekter. Sådana har dock ej erhållits. För bedömningen nödvändiga uppgifter om rotutvecklingsmöjligheterna i alven saknas dock.

Den stora gödselgiva, som ingått i försöken, har i regel givit positiv effekt på skörden. Endast i ett av försöken (N 271/65, Nygård) har det dock varit mera fördelaktigt att ge PK-gödseln i alven än i matjordens botten och även i detta försök är djupgödslingseffekten osäker. Möjligen kunde en annan teknik för gödslingens utförande ha ändrat på resultaten.

Några orienterande försök

Vid försöksavdelningen för jordbearbetning finns en del uppgifter om ytterligare några djupbearbetningsförsök, utförda som orienterande försök av olika lokala försöksutförare. De tillgängliga uppgifterna om dessa försök är dock knapphändiga.

Försök P 388/61, Säby, Brålanda

Försöksplanen för detta försök liknar den för serie R2-2301. Dock grävdes endast en ruta om 100 m² om. Denna ruta djupgrävdes hösten 1961 med en täckdikesgrävmaskin med minsta möjliga avstånd mellan dragen. Jorden var en mjällig mellanlera med ca 30 procents lerhalt. Åren 1963 och 1964 skördades dels den omgrävda rutan dels en intilliggande jämförelseruta. År 1963 (korn) var avkastningen i den omgrävda rutan något högre, år 1964 (havre) ganska mycket lägre än i jämförelserutan.

Försök N 30/62, Tönnersa, Eldsberga

Ett försök las ut hösten 1962 på en lerig mojord på Tönnersa enligt följande försöksplan:

- A. Ingen behandling.
- B. Alvluckring.
- C. Alvluckring + 2.000 kg superfosfat per ha.
- D. Alvluckring + 4.000 kg superfosfat per ha.

Avkastningsuppgifter finns för år 1964 (vall I). I första skörden erhöles en ganska stor och statistiskt signifikant avkastningssänkning i samtliga alvluckrade led. I andra skörden var avkastningsskillnaderna små.

Försök N 31/62, Tönnersa, Eldsberga

Ännu ett försök las ut hösten 1962 på en lerig mojord på Tönnersa. Försöksplanen omfattade samma försöksled som i försök N 30/62 men dessutom ytterligare ett, nämligen:

- E. Alvluckring + 2.700 kg PK 15-10 per ha.

År 1964 (korn) erhöles endast små och mycket osäkra skillnader i avkastning mellan leden.

Försök M 872/62, Sofielund, Axelvold

Ett djupplöjningsförsök anlades hösten 1962 på en lerig moränmo på Sofielund enligt följande försöksplan:

- A. Normal plöjning.
- B. Djupplöjning 30-35 cm.

Våren 1963 gavs en extra gödselgiva om 2.000 kg per ha av PK 15-10 på hälften av försöket. År 1963 (korn) erhöles en betydande avkastningssänkning av djupplöjningen. Den extra gödselgivan eliminerade dock avkastningssänkningen.

Ett försök med alvluckring genom sprängning

Ett orienterande försök med alvluckring genom sprängning med dynamit anlades 1966-11-07 på en lerjord på Lockstaholm, Husby-Långhundra, i Stockholms län. Hål borrades till 75 cm djup. I varje hål placerades en gubbe dynamit. Hålen arrangerades dels i en rad med ett hålavstånd på 2 resp 3 m dels i två parallella rader med ett radavstånd på 2 m och ett hålavstånd på 3 m. Sprängningen hade till synes endast en ringa inverkan på jorden. År 1967 (korn) bestämdes skörden i två meter breda rutor dels över hålraderna dels på olika stort avstånd från dessa. Någon positiv avkastningseffekt kunde inte spåras.

DISKUSSION

De i föreliggande rapport beskrivna djupbearbetningsförsöken har utförts efter flera olika försöksplaner och ingreppens omfattning har varierat starkt. Därför kan man inte göra någon sammanfattande medeltalsberäkning för samtliga försök. Även med hänsyn till försöksuppgiften vore en sådan mindre meningsfull.

Elva försök har beskrivits mera utförligt. I två av dessa har uthålliga positiva djupbearbetningseffekter erhållits (R 151/66, Tveta, och N 271/65, Nygård). I två andra var effekterna i början positiva men avtog snabbt (R 118/69, Fjäll, och P 579/65, Salbo). I samtliga dessa fall har de erhållna resultaten kunnat förklaras med utgångspunkt från rådande markförhållanden och ingreppens art.

I ett fall har en påtaglig negativ effekt erhållits (det djupledet i försök N 158/65, Stockholmshäraden). I ett försök gav tillgängliga uppgifter möjligen anledning att förvänta positiva effekter men sådana uteblev (L 201/64, Granlunda). I båda dessa försök är dock uppgifterna om markförhållandena ej tillräckliga för att medge en någorlunda säker förklaring av orsakerna till de erhållna resultaten.

I de fem övriga försöken ger tillgängliga uppgifter om markförhållandena ingen anledning att förvänta positiva djupbearbetningseffekter. Några säkra sådana har inte heller erhållits.

Resultaten från de här redovisade försöken överensstämmer ganska väl med tidigare publicerade svenska försöksresultat. Ett mindre antal försök har nämligen givit klart positivt utslag för en djupbearbetning. De flesta har givit små och osäkra utslag. Några få har givit klart negativt utslag. Nu som tidigare överväger i genomsnitt de positiva utslagen något. Då är det emellertid att märka, att en del av försöken lagts ut på platser, där man av olika anledningar förväntat positiv effekt. De försöksmässiga ingreppen har dock inte alltid varit anpassade till den enskilda försöksplatsen. På någon av försöksplatserna hade en djupbearbetning av annat slag än den genomförda haft större utsikter till framgång.

I några fall har en omfattande beskrivning av markförhållandena på försöksplatserna gjorts. I dessa fall har det också varit möjligt att ge en ganska god tolkning av de erhållna resultaten. I andra fall är beskrivningen av försöksplatsen tyvärr alltför knapphändig. Där inte en inledande markprofilbeskrivning gjorts hade naturligtvis en beskrivning kunnat göras i efterhand. Detta har dock blivit utfört endast på de två försöksplatser, där de mest positiva utslagen erhållits (R 151/66, Tveta, och N 271/65, Nygård).

De här rapporterade försöksresultaten ger tillsammans med tidigare publicerade svenska försöksresultat anledning till följande slutsatser. Enstaka eller med några års mellanrum återkommande bearbetningar till större djup än de nu normala plöjningsdjupen kan i vissa fall vara motiverade. Alla djupbearbetningar måste dock noga rättas efter de rådande markförhållandena. Schablonartade ingrepp över stora arealer kan sällan väntas betala sig. Ofta bör inte ens ett helt fält bearbetas ensartat, vilket är en besvärande omständighet vid djupbearbetning i praktiken.

En noggrann markundersökning utförd av en person med goda kunskaper om olika jordars odlingsegenskaper bör föregå ett beslut om djupbearbetning. Särskilt måste jordarnas vattenhushållnings-, struktur- och rotutvecklingsegenskaper beaktas men också deras växtnäring- och bearbetningsegenskaper. Även efter en sådan undersökning är beslutsunderlaget ofta otillräckligt, också för den som väl känner alla tillgängliga försöksresultat. Utom i vissa undantagsfall måste man därför tills vidare avråda från alla djupbearbetningar. I genomsnitt har ju försöken endast visat upp små avkastningseffekter.

De hittills utförda försöken ger oss också anledning att förmoda, att man på en stor del av den svenska åkerarealen, åtminstone på många av de bättre jordarna, aldrig kan finna någon djupbearbetningsåtgärd, som blir lönsam. På vissa arealer kan dock så stora och långvariga avkastningsökningar uppnås, att en god ekonomi erhålles. Hittills utförda försök ger emellertid inte tillräckligt besked om, vilka dessa arealer är och vilka bearbetningsmetoder, som i olika fall bör tillämpas. Ett nytt försöksprojekt rörande dessa frågor har därför börjat aktualiseras.

Om ett nytt försöksprojekt skall startas bör det inledas med inventeringar av olika problematiska markprofiltypers utbredning, studier av utländska försöksresultat och djupbearbetningsmetoder, noggranna förundersökningar av tilltänkta försöksplatser m m. En del gamla försöksplatser kan åter uppsökas och studeras med hjälp av nyare undersökningsmetoder, vilket kan kasta nytt ljus över de gamla försöksresultaten.

Kunskaperna om våra jordars odlingsegenskaper, särskilt ur vattenhushållnings- och rotutvecklingssynpunkt, har förbättrats under senare år. Detsamma gäller metoderna för bestämning av dessa egenskaper. Ett nytt försöksprojekt har därför utsikter att ge en mer preciserad kunskap än den tidigare försöksverksamheten kunnat. Förutsättningen är dock ett ganska omfattande projekt. Kommer nya kunskaper på området fram, så har man numera helt andra tekniska resurser än man tidigare haft att utnyttja dem i praktiken.

SAMMANFATTNING

Sedan slutet av 1930-talet har i olika omgångar drygt 100 försök med alvluckring eller annan djupbearbetning anlagts i Sverige. Dessa försök har skördats ett varierande antal år. Sammanlagda antalet skördeår är över 250.

Resultaten från de flesta av försöken har publicerats tidigare. Några försök har avslutats först under senare år. Resultaten från dessa redovisas i föreliggande rapport. Härmed har samtliga avslutade försök redovisats. Försöken i denna rapport har utförts enligt flera olika försöksplaner. De olika serierna redovisas var för sig.

I försöksserie R2-2101 återstår endast ett försök att redovisa. Detta låg på en moränlättlera (sydvästmorän) i Skåne och alvluckringen utfördes

med en tung styvpinnekultivator till ett djup något tiotal cm under normalt plöjningsdjup. Effekterna på avkastningen var obetydliga.

I serie L2-2102 utfördes två försök i Västergötland med en enpinnad dansk specialalvluckrare. Denna kördes med olika avstånd mellan dragen och till ett uppgivet djup av 60 cm. På en molättlera erhöles inga säkra utslag. På en mojord, på vilken lera vidtog på ca 45 cm djup, erhöles positiva effekter första skördeåret men inte därefter.

Serie R2-2301 omfattar tre försök i Västsverige. Alven grävdes om med grävmaskin under omblandning till ett djup av ca 75 cm. På en styv lera i Västergötland erhöles en uthållig, positiv effekt. På en mjällig mellanlera i Dalsland, på vilken lerhalten successivt ökade med djupet, erhöles till en början positiva effekter men dessa upphörde efter några år. På en annan mjällig mellanlera i Dalsland var effekterna obetydliga.

I serie R2-2402 ingick alvluckring och djupplöjning, båda till ca 10 cm större djup än normalt plöjningsdjup. Dessa bearbetningar kombinerades med en kraftig PK-gödsling i alven. Fem försök utfördes i nordvästra Skåne och södra Halland. Endast i ett av försöken erhöles positiva djupbearbetningseffekter, nämligen på en försöksplats i Halland, där alvens övre del utgjordes av grovmo med ett järnutfällningsskikt, som delvis bröts vid djupbearbetningen. På en annan försöksplats i Halland orsakade djupplöjningen sänkt skörd. På de övriga försöksplatserna var avkastningseffekterna små. Endast på det först nämnda försöket i Halland gav PK-gödseln en tendens till bättre effekt när den gavs i alven än när den gavs i matjordens botten. I de övriga försöken var gödsling i matjorden lika bra.

Ytterligare fem försök, utförda efter olika försöksplaner, omnämns. Dessa var av orienterande karaktär och endast ofullständiga uppgifter finns tillgängliga. I intet fall har positiva avkastningseffekter erhållits.

Resultaten av de här redovisade försöken överensstämmer med tidigare publicerade svenska försöksresultat. Endast i ett mindre antal av försöken har nämligen djupbearbetningen givit klara avkastningsstegringar. Vanligen har endast obetydliga positiva eller negativa utslag erhållits. I enstaka fall har mer betydande avkastningssänkningar förekommit.

Det tycks inte finnas någon djupbearbetningsmetod, som kan rekommenderas till schablonartad användning över stora arealer. Någon sådan kan antagligen inte heller utvecklas. På vissa lokaler kan dock en djupbearbetning ge både stora och bestående avkastningsförbättringar, förutsatt att bearbetningen är noga anpassad efter förhållandena. Noggranna förundersökningar måste dock göras, innan en sådan kan rekommenderas. En djupbearbetning kan förväntas ge positivt resultat, endast om den förbättrar markens odlingsegenskaper i något väsentligt avseende utan att ge upphov till nya problem. Detta kan antas vara fallet endast på en mindre del av den svenska åkerarealen. På växtnäringfattiga lokaler kan det möjligen vara motiverat att kombinera en eventuell djupbearbetning med alvgödsling.

SUMMARY

During the last 40 years field experiments with subsoiling or other means of deep tillage have been carried out at about 100 places in Sweden. More than 250 harvests have been taken in the experiments. The number of experiments in different provinces (and the number of harvests) is given in Table 1 together with relevant references. In the present report the results of all the completed but not yet published Swedish experiments are given.

The experiments reported here were carried out in southern and western Sweden. They were started in 1964-1969 and they belong to different series of experiments with different experimental plans. Each experiment is described individually. Before the start of the experiments no tillage to a depth greater than normal ploughing depth (mouldboarding to about 25 cm at the most) was carried out on the experimental sites.

In the R2-2101 series only one experiment remains unreported (experiment M 730/67, Table 2-3). No significant yield response was recorded.

In the R2-2102 series two experiments have been completed (Table 4-5). Yield increase was obtained only in the first year of experiment R 118/69. In this case the upper part of the subsoil was a fine sandy soil. A clay loam began at a depth of 45 cm. The subsoiling seems to have improved the root development in the fine sand layer but only for one year.

The R2-2301 series included three experiments, in which the subsoil (25-75 cm) was dug and mixed by an excavator. In experiment R 151/66 (figs 5-6, Table 8) the subsoil was a heavy clay with a good structural stability and a positive crop yield effect of long duration was obtained. In experiment P 579/65 (Figs 3-4, Table 7), where the soil had a lower clay content and a poorer structural stability, the effect was initially good but, disappeared after some years. In experiment P 578/65 (Figs 1-2, Table 6) with a still lower clay content in the subsoil the effect was least. On this site there were originally rather many worm holes in the subsoil, making a satisfactory rooting of the crop possible.

The experiments in the R2-2402 series comprised treatments with normal ploughing (21-22 cm), deep ploughing (about 10 cm deeper than normal) and subsoiling (10 cm deep) in the bottom of the furrow in connection with ploughing to normal depth. These treatments were combined with fertilizing treatments (normal fertilizing or 2000 kg per ha extra of a PK-fertilizer placed at the greatest tillage depth). One of the experiments (N 158/65, fine sandy soil, Table 13) showed a yield decrease for the deep ploughing. Three experiments (L 201/64, L 202/64 and M 400/64, Tables 9-12) showed rather small and statistically insignificant effects of the deep cultivations. One experiment (N 271/65, Figs 7-8, Table 14) showed positive effects. In parts of this experimental site there was a fine sand in the upper part of the subsoil with a weak iron pan, which was broken by the deep tillage. Only in experiment N 271/65 was there a slight tendency to better effect of the extra fertilizer when given in the subsoil than when given at the normal ploughing depth.

The results of the experiments reported here are similar to the results of earlier Swedish experiments. Only a minor number of the experiments gave good yield response for the deep tillage treatments tested. Most of the experiments gave positive or negative yield responses that were small and statistically insignificant. Occasionally there was a large

negative response. The following conclusions can be drawn.

For Swedish arable land, where soil conditions are always very variable, there does not seem to exist any deep-tillage method suitable for uniform use over large areas. On individual sites, however, deep tillage may give very good effects of long duration, if the tillage methods are well adapted to the actual situation. However, comprehensive investigations of the soil conditions must precede any decision to use deep tillage. Deep tillage can only be expected to give positive results, if it improves the soil properties in some fundamental respect without producing new problems. This is probably the case only for a minor part of the Swedish arable area. In some instances it may be advisable to combine deep tillage with fertilizing of the subsoil.

LITTERATUR

- Berglund, G., Tubulering. Resultat av svenska tubuleringsförsök utförda under åren 1948--56. GRUNDFÖRBÄTTRING 9 (1956), s 154-176, 227-257.
- Edling, P., Nilsson, N.M. & Håkansson, I., Sju skånska försök med alvluckring och djupplöjning 1964--68. RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN. Nr 19, 1969.
- Nilsson, N.M. & Henriksson, L., Alvluckringsförsök 1937--63. RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN. Nr 12, 1968.
- Torstensson, G. & Enge, G., Redogörelse för plöjningsförsök. II. Försök med alvluckring. KUNGL LANTBRUKSAKADEMIENS TIDSKRIFT 82 (1943), s 369-399.