



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Markförbättring och odlingsanpassning på lågavkastande jordar

Soil improvment and adaption of cultivation
practices on low yielding soils

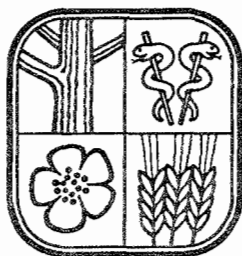
**Kerstin Berglund
Käll Carlgren
Göran Nilsson
József von Polgár**

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 162
Report**

Uppsala 1990
ISSN 0348-1816
ISBN 91-576-4365-2



**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Markförbättring och odlingsanpassning på lågavkastande jordar

Soil improvement and adaption of cultivation
practices on low yielding soils

**Kerstin Berglund
Käll Carlgren
Göran Nilsson
József von Polgár**

**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 162
Report**

Uppsala 1990
ISSN 0348-1816
ISBN 91-576-4365-2

FÖRORD

I mars 1978 tillsatte dåvarande jordbrukssektionen vid Sveriges Lantbruksuniversitet en programgrupp för odlingsproblem på organogena jordar. Gruppen bestod av distriktsförsöksledaren i västra distriktet (ordförande), statsagronomerna i hydroteknik, jordbearbetning, växtföljder och växtnäring samt en representant för Lantbruksstyrelsen. Mandatet för gruppen ändrades senare till att allmänt gälla lågavkastande jordar. Gruppen initierade ett antal projekt inom detta problemområde, bl a det projekt som redovisas i denna rapport, "Markförbättring och odlingsanpassning på lågavkastande jordar". Projektet genomfördes som ett samarbete mellan Försöksavdelningarna för hydroteknik, jordbearbetning, växtföljder och växtnäringsslära. Fyra gemensamma fältförsök lades ut under 1980-81, tre i Västmanland och ett i Värmland. Projektet avslutades efter skörden 1986 och slutredovisas i och med denna rapport.

Varje avdelning redovisar sin del av försöken. De allmänna delarna och resultaten från Avdelningen för hydroteknik har sammanställts av Kerstin Berglund, redogörelsen för jordbearbetningsavdelningens resultat har författats av József von Polgár, växtföljdaavdelningens resultat redovisas av Göran Nilsson och Käll Carlgren redogör för resultaten från Avdelningen för växtnäringsslära. Skörderesultat från de enskilda försöksåren har tidigare redovisats i avdelningarnas årliga försöksredogörelser.

Uppsala i oktober 1990

Kerstin Berglund

INNEHÅLL	sid
BAKGRUND	7
PROBLEMSTÄLLNING	7
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING OCH STATISTISK ANALYS	8
FÖRSÖKSÅTGÄRDER - GRUNDFÖRBÄTTRING	8
RESULTAT FRÅN ENSKILDA FÖRSÖK	10
IGELSTA, Västmanlands län	10
KURÖ, Västmanlands län	22
FINNBO, Västmanlands län	30
BRYNGELSRUD, Värmlands län	43
DISKUSSION	55
SAMMANFATTNING	57
SUMMARY	58
LITTERATURFÖRTECKNING	59

BAKGRUND

Bland de lågavkastande jordarna finns såväl hela jordartsgrupper med stor geografisk utbredning som enskilda fält där någon markkomponent är ogynn- sam för växterna. Den största uppmärksamheten har givetvis ägnats de problemjordar som omfattar stora arealer. De jordartsgrupper som i första hand bör nämnas är de mo- och mjälarika mellanlerorna och lättlerorna i Mellansverige, gyttjejordarna i Mellansverige, övriga organogena jordar, Sydsveriges sandjordar och de svårbearbetade styva och mycket styva ler- jordarna. Det är således en stor andel av de odlade jordarna i landet som är att beteckna som problemjordar även om de med rätt skötsel kan vara högavkastande under ett normalår.

Problemen på de lågavkastande jordarna är mångfasetterade och kräver att man angriper dem från flera olika håll. Vid Försöksavdelningen för hydro- teknik initierades på ett tidigt stadium grundförbättringsförsök på två typer av problemjordar, grovvarviga leror i Mellansverige och organogena jordar. Dessa projekt förde fram till att ett samarbete mellan de fyra försöksavdelningarna hydroteknik, jordbearbetning, växtföljder och växt- näring etablerades för att kunna belysa problemen på ett allsidigare sätt. För att angripa problemet effektivt samlades avdelningarna kring samar- betetsprojektet "Markförbättring och odlingsanpassning på lågavkastande jordar". Fyra gemensamma försök lades ut, ett i Värmland på en mjällera (Bryngelsrud) och tre i Västmanland, två på mjällera (Finnbo och Igelsta) och ett på en gyttjelera (Kurö). Jordbearbetningsförsök genomfördes endast vid Finnbo och Bryngelsrud. Resultaten från dessa försök redovisas i denna rapport.

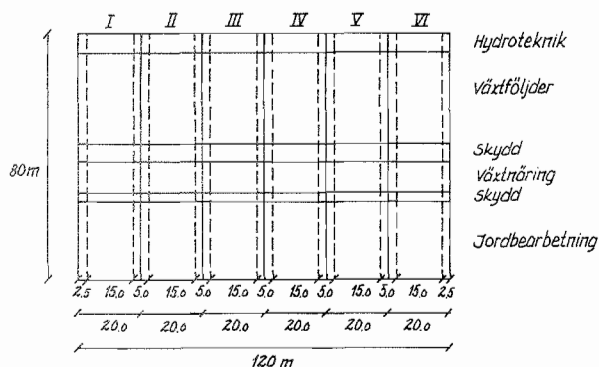
PROBLEMSTÄLLNING

Både mjällorer och gyttjejordar av olika slag kan av skilda anledningar vara mycket torkkänsliga jordar. Mjälloran karakteriseras av svag struk- tur, benägenhet för skorpbildning, låg mullhalt i matjorden och tät alv, vilket resulterar i ett grunt rotdjup samt dåligt vatten- och växtnäring- utnyttjande hos grödorna. Detta medför att skördenivån blir låg om inte nederbördssituationen är speciellt gynnsam. I försöken gjordes ansatser till att komma till rätta med den täta alven och därmed öka rotdjupet. Andra åtgärder sattes in för att förbättra strukturen i matjorden och i ett längre perspektiv höja mullhalten för att komma till rätta med skorp- bildningen.

Gemensamt för mjällorer och gyttjejordar är att grödorna har ett grunt rotdjup. Medan mjälloran har en mycket tät alv har gyttjejorden ett perma- nent spricksystem i alven och över huvud taget en mycket god struktur. Gyttjejordarna har en mycket god vattenhållande förmåga om man jämför med fastmarksjordarna. Det som försämrar situationen är ett vanligt förekom- mande bevättningsmotstånd i matjorden och att alven ofta är kemiskt sur. Det är inte ovanligt med pH-värden under 4 redan på 30-40 cm djup. De låga pH-värdena begränsar växtrötternas möjlighet att tränga ned i profilen och utnyttja vatten och växtnäring i alven. Bevättningsmotståndet i matjorden innebär att gyttjejorden i torrt tillstånd inte tar upp den nederbörd som faller, utan att vattnet söker sig via grova porer och spricker nedåt i profilen utom räckhåll för växternas rötter. Detta i kombination med det begränsade rotdjupet gör många gyttjejordar mycket torkkänsliga. I projek- tet gjordes försök att öka rotdjupet och på olika sätt anpassa odlingen till gyttjejordarnas speciella egenskaper.

FÖRSÖKSUPPLÄGGNING OCH STATISTISK ANALYS

Försöksuppläggningsplanen åskådliggörs i figur 1 där I och VI betecknar obehandlat led och II-V de olika grundförbättringsåtgärderna. Tvärs över dessa har sedan de olika avdelningarna lagt ut sina specialåtgärder.



Figur 1. Försökens uppläggning.

Figure 1. Field experimental design. I-VI represents different soil treatments and across those are other special treatments laid out.

Skörderesultaten har bearbetats med hjälp av variansanalys (gäller ej växtföljdsförsöken) där åren använts som upprepningar. De två försöksrutorna från obehandlat led, I och VI, har slagits ihop och ett medeltal har använts vid beräkningarna. För att kunna jämföra resultat från olika år och olika grödor nivellerades skördarna. Alla oljeväxtskördar multiplicerades med en faktor som varierar i storlek mellan olika försök och delar av försök (varje avdelning redovisar sin del av försöken). Det bör också noteras att skördenivån i såväl oljeväxter som ärter var mycket låg. Några av orsakerna är insektsangrepp i oljeväxterna och att ärterna drabbades av fågelskador. Avsaknaden av upprepningar i försöken och att försöksåtgärderna inte slumpats ut, gör det svårt att utvärdera resultaten. Försöken får i hög grad ses som orienterande undersökningar, eftersom möjligheterna att få entydiga resultat är begränsade med denna försöksuppläggning. Försöken har fungerat som idégivare och givit fingervisningar om vilka åtgärder som kan vara värda att pröva i framtiden.

FÖRSÖKSÅTGÄRDER - GRUNDFÖRBÄTTRING

Djupbearbetning

Djupbearbetningen har utförts som djupplöjning till 40 cm (Bryngelsrud, Finnbo), djupplöjning till 50 cm (Kurö), omgrävning med grävmaskin till 60 cm (Igelsta) samt luckring under normalt plöjningsdjup med hjälp av en "Wye doubledigger" (Bryngelsrud, Finnbo) som plöjer till matjordsdjup och fräser ett ca 20 cm tjockt skikt under detta. På en mindre yta vid Igelsta grävdes profilen om till 80 cm djup. Med hjälp av djupbearbetningen vill man luckra den täta alven på lerorna och öka mullhalten i alven genom inblandning av matjord och organiskt material för att på så sätt få en bättre rotutveckling. På gyttjejordarna används djupbearbetningen till att öka rotdjupet genom att föra ned matjord med högt pH och därmed neutralisera den kemiskt sura alven.

Djupplöjningen vid Finnbo och Bryngelsrud utfördes hösten 1980 och vid Kurö hösten 1979. Omgrävningen vid Igelsta utfördes hösten 1979. Luckringen under plöjningsdjup vid Finnbo och Bryngelsrud utfördes först hösten 1983.

Organiskt material

Som organiskt material användes barkkompost bestående av 1/3 rötslam och 2/3 bark. Torrsubstanshalten i barkkomposten uppmättes till 52,5 % och pH till 5,5. I tabell 1 redovisas resultatet av den kemiska analysen av barkkomposten.

Tabell 1. Barkkompostens innehåll av näringsämnen, resultat av kemisk analys. Torrsubstanshalt = 52,5 %, askhalt = 35 % av ts, pH = 5,5

Table 1. Chemical analysis of the organic material used in the field experiments (1/3 sewage sludge + 2/3 bark). Dry matter content = 52.5 %, ash content = 35 % of dry matter, pH = 5.5

Analyserat ämne Analysed element	% av torrsubstans % of dry matter	Analyserat ämne Analysed element	mg/kg torrsubstans mg/kg dry matter
Tot-N	1,4	Hg	2
NH ₄ -N	0,3	Cd	2
P	1,8	Pb	45
K	0,2	Cr	46
Ca	1,8	Co	3
Mg	0,2	Ni	28
S	0,3	Cu	175
Fe	6,6	Zn	365
Org-C	62	B	9

På mjällerorna (Bryngelsrud, Finnbo och Igelsta) användes barkkompost motsvarande 20 ton ts/ha och på gyttjeleran vid Kurö 13 ton ts/ha. Det är med andra ord avsevärda mängder näringsämnen som tillförs jorden utöver tillskottet av organiskt material. Vid en giva på 20 ton ts/ha är t ex tillförseln av kväve 280 kg N/ha och fosfor 360 kg P/ha.

Det organiska materialet arbetades in till matjordsdjup i ett försöksled och till djupbearbetningsdjup (40-60 cm) i ett försöksled på varje försöksplats. Vid Igelsta och Kurö prövades dessutom att först djupbearbeta och sedan tillföra organiskt material till matjorden. Målet på mjällerorna är att höja mullhalten för att minska skorpbildningen och förbättra rotutvecklingen. På gyttjelerorna var målet däremot att blanda in material med högre pH i alven för att öka rot djupet och sedan förbättra den utarmade matjorden med det tillförda organiska materialet.

De enskilda avdelningarnas försöksåtgärder beskrivs i samband med resultatredovisningen från varje enskilt försök.

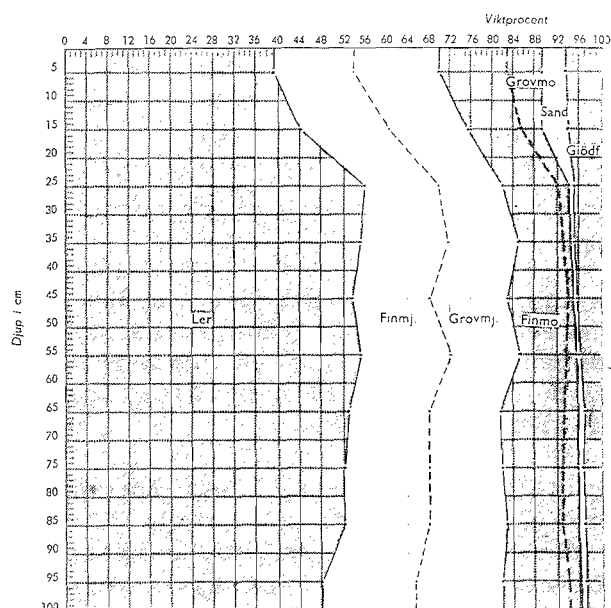
RESULTAT FRÅN ENSKILDA FÖRSÖK

IGELSTA, Västmanlands län. Försöket anlagt hösten 1979 (grundåtgärder).

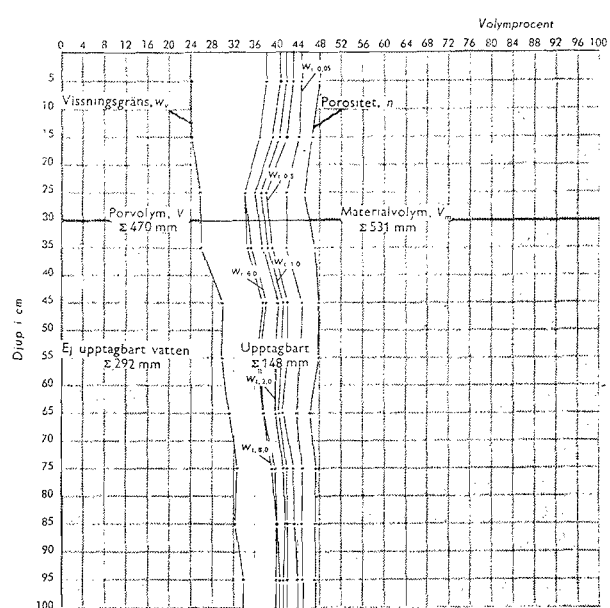
Försökswärd: Lars Larsson, Igelsta, Tillberga, Västerås.

Beskrivning av jordprofilen

Jordens mekaniska sammansättning redovisas i figur 2. Matjorden består av en måttligt mullhaltig styv lera med stort inslag av mjäla och finmo. Lerhalten ökar något i alven men inslaget av mjäla och finmo är fortfarande mycket stort. I nedre delen av alven är leran varvig och något rödaktig i färgen. Övre delen av profilen är mycket kompakt, medan strukturen i den nedre delen av profilen är betydligt bättre. Även om rötter återfinns i hela profilen, så är rotutvecklingen genomgående svag. Vid regn slamar matjorden igen och bildar en hård skorpa som är mycket svår för växterna att forcera.



Figur 2. Kornstorleksfördelning och glödningsförlust. Igelsta 1979.
Figure 2. Textural analysis and loss on ignition. Igelsta 1979.



Figur 3. Volymsförhållanden och tensionskurvor. Igelsta 1979.
Figure 3. Volume relations and water tension curves. Igelsta 1979.

Porositeten är ca 47 % i hela profilen (fig 3). Jorden är mycket tät vilket avspeglar sig i att vattnet är hårt bundet och endast små mängder vatten avgår även vid höga vattenavförande tryck. Vattenhalten vid vissningsgränsen (odlad) är hög, ca 24 % i matjorden och ännu högre i alven. Vid 1 meters dränering är mängden tillgängligt vatten i profilen ca 128 mm. Den varviga leran i nedre delen av alven försvårar upptransporten av vatten och gör att mängden för växterna åtkomligt vatten kan bli mindre än 128 mm. Genomsläppligheten är god i övre alven ned till 70 cm djup, men mycket låg under detta djup (tab 2).

Tabell 2. Några fysikaliska data för profilen Igelsta 1979
 Table 2. Some physical data of the profile Igelsta 1979

Djup Depth (cm)	Torr skrymdensitet Dry bulk density (g/cm ³)	Kompaktdensitet Particle density (g/cm ³)	Genomsläpplighet för vatten Saturated hydraulic conductivity	
			efter/after 1 h (mm/h)	efter/after 24 h (mm/h)
0-10	1,38	2,65	35	24
10-20	1,42	2,66	30	42
20-30	1,48	2,69	134	113
30-40	1,45	2,74	105	75
40-50	1,44	2,75	116	85
50-60	1,44	2,75	42	70
60-70	1,48	2,75	155	136
70-80	1,46	2,77	0,9	0,9
80-90	1,46	2,76	0,7	1
90-100	1,44	2,74	11,5	23,8

Tabell 3. Några kemiska data för profilen Igelsta 1979
 Table 3. Some chemical data of the profile Igelsta 1979

Djup Depth (cm)	pH(H ₂ O)	P-AL	P-HCl	K-AL	K-HCl	Ca-AL	Mg-AL
0-10	5,4						
10-20	5,5	4,6	40	14,6	385	188	20,0
20-30	5,6						
30-40	5,6	2,2	45	17,0	550	310	46,0
40-50	6,0						
50-60	6,1	6,2	52	18,0	540	310	39,0
60-70	6,4						
70-80	6,5						
80-90	6,7						
90-100	7,4						

Fosforinnehållet är något lågt medan kaliumvärdena är genomgående höga pga den höga lerhalten (tab 3). Någon magnesiumbrist föreligger inte, däremot är kvoten K-AL/Mg-AL ogynnsam.

Nederbörd

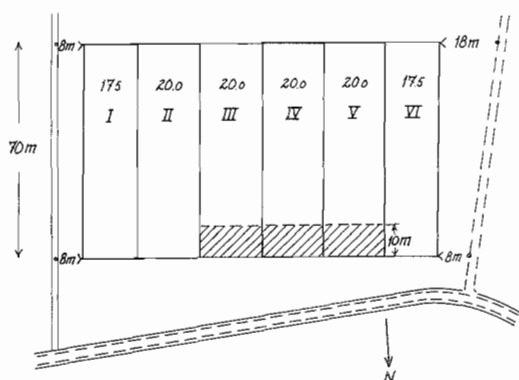
Tabell 4. Nederbörden 1980-86 samt normalnederbörden (1951-80) vid mätstationen 9635 Västerås-Hässlö (SMHI)

Table 4. Precipitation 1980-86 and mean values (1951-80) at the 9635 Västerås-Hässlö recording station (Swedish Meteorological and Hydrological Institute)

Nederbörd i mm / Precipitation in mm													
År Year	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Hela året All year
1980	12	6	14	33	14	111	50	56	86	110	68	48	608
1981	22	17	41	21	27	86	32	97	25	88	78	34	567
1982	32	18	37	30	28	33	24	78	29	33	58	37	470
1983	49	8	57	36	25	66	38	8	192	39	29	43	590
1984	53	17	16	14	25	108	145	27	98	106	37	40	686
1985	60	25	43	50	12	25	73	67	49	36	38	39	517
1986	21	8	31	44	31	51	37	112	30	29	39	41	474
Normal	31	23	22	27	36	44	66	70	53	47	46	39	504

Perioden kännetecknas av liten nederbördsmängd i maj och ibland extremt stora nederbördsmängder i juni. Vegetationsperiodens längd är ca 190 dagar med medeltemperaturen $12,6^{\circ}$ och medelnederbörden 340 mm.

Fältplan



- I och VI = obehandlat
 II = org. mtrl i matjorden ¹⁾
 III = omgrävning 60 cm, org. mtrl i matjorden ¹⁾
 IV = — " — " ; org. mtrl i profilen ¹⁾
 V = — " — "
 ▨ = omgrävt till ca 80cm
¹⁾ = 20 ton ts/ha

Figur 4. Fältplan Igelsta, grundåtgärder. Figure 4. Field experimental design Igelsta, main plots. I and VI = Control, II = Organic material mixed into the topsoil, III = Deep cultivation (60 cm) + org. mat. in the topsoil, IV = Deep cultivation (60 cm) + org. mat. in the whole profile, V = Deep cultivation (60 cm). The organic material is a mixture of 1/3 sewage sludge and 2/3 bark given as a dosage of 20 000 kg dry matter per hectare.

Djupbearbetningen utfördes som en genomgrävning med grävmaskin till 60 cm djup. På en mindre del av försöket prövades genomgrävning till 80 cm djup. Avdelningen för jordbearbetning hade inga försöksytor vid Igelsta.

Skörderesultat - grundåtgärder

Ett av leden i växtföljdsdelen användes som jämförelseled för övriga avdelningar och till att bedöma effekterna av grundåtgärderna. I tabell 5 finns en sammanställning över jämförelseledets gröda samt så- och skördetidpunkter för hela försöksperioden. Kvävegödselgivan hölls medvetet låg (60 kg N per hektar) för att undvika liggsäd i försöket.

Tabell 5. Sammanställning över jämförelseledets gröda samt så- och skördetidpunkter vid Igelsta

Table 5. Crop, sowing time and harvesting time for the plots used for comparison between soil improvement treatments at Igelsta

År Year	Gröda Crop	Såtidpunkt (datum) Sowing time (date)	Skördetidpunkt (datum) Harvesting time (date)
1980	Korn/Barley	05-16	09-03
1981	Vårrybs/Spring turnip rape	05-18	09-30
1982	Höstvete/Winter wheat	05-12	08-28
1983	Korn/Barley	05-12	08-11
1984	Vårraps/Spring rape	05-05	09-17
1985	Vårvete/Spring wheat	05-14	09-23
1986	Havre/Oats	05-09	09-02

Tabell 6. Igelsta. Skörderesultat (kg/ha) för åren 1980-86 för de grundförbättrade leden, I-V (se figur 4 för förklaring av försöksleden)

Table 6. Igelsta. Yields (1980-86), main plots I-V (see Figure 4 for explanation of I-V). Figures in levelled yield, kg per hectare

	Grundförbättringsåtgärd/Soil improvement treatment				
	I	II	III	IV	V
Medeltal/Mean	3717 ^{ab}	4206 ^a	2959 ^b	2951 ^b	2870 ^b
Rel-tal/Rel. values	100	113	80	79	77

(a, b) Led med samma bokstav är ej signifikant skilda från varandra.

(a, b) Means with the same letter are not significantly different.

För att kunna jämföra skörderesultat från flera år med olika grödor niverades skördarna genom att oljeväxtskördarna multiplicerades med faktorn 2,70. Inblandning av organiskt material (II) i matjorden har haft en positiv effekt på skörden medan övriga grundförbättringsåtgärder där djupbearbetning förekommit givit negativa utslag på skörden (tab 6). Vid djupbearbetningen spås det organiska materialet ut och eventuella positiva effekter av mullinblandningen i alven kan ha motverkats av den negativa effekt som en lägre mullhalt i matjorden medfört.

Skörderesultat - hydroteknik

På den hydrotekniska delen av försöket prövades strukturkalkning med 10 ton CaO/ha som bränd kalk, tillförd som en engångsgiva våren 1980. Grödan på de kalkade leden var 1983 en grön gödslingsgröda som bearbetades in

grunt för att ytterligare förbättra strukturen i ytan, några skörde-
resultat finns därför inte från det kalkade ledet detta år.

Tabell 7. Igelsta. Skörderesultat (kg/ha) för åren 1980-82 och 1984-86 för
de kalkade leden (se figur 4 för förklaring av försöksleden I-V). Kalken
tillfördes som engångsgiva (10 ton CaO/ha som bränd kalk) våren-80

*Table 7. Igelsta. Yields (1980-82 and 1984-86) for the limed plots (see
Figure 4 for explanation of I-V). Figures in levelled yield, kg per hec-
tare. The lime (10 000 kg CaO/hectare as quick lime) was mixed into the
topsoil in spring of 1980*

	Grundförbättringsåtgärd/Soil improvement treatment				
	I	II	III	IV	V
Utan kalk/No lime	3642	4199	2951	2957	2852
Kalkad/Limed	3980	4444	3754	3889	3393

Kalkningen har haft en positiv men ej signifikant effekt i samtliga led
(tab 7). I genomsnitt har kalkningen ökat avkastningen med 572 kg/ha.
Kalkeffekten mätt över alla grundförbättringsled är signifikant ($p =$
0,05). Kalken har stabiliserat strukturen i matjorden och gjort den mindre
känslig för igenslamning.

Skörderesultat - växtnäring

I växtnäringsdelen av försöket prövades tre kvävegödslingsnivåer (N-
nivåer): 0N, 60 N och 120 N, kg/ha givet som kalkkammonsalpeter (N28).
Givan 60 N betraktades som normalgiva. Med ledet 120 N ville man testa om
ytterligare kväve behövde tillföras för att uppnå acceptabel skördenivå
efter att grundförbättringsåtgärderna utförts. Det obehandlade ledet ut-
nyttjades som jämförelseled. I allmänhet odlades stråsåd. Skördenivån i
genomsnitt för alla led var vissa år ganska låg. Här inverkade säkert den
omilda behandling som några försöksled fick i och med att de omgrävdes
ända ner i alven.

Alla försök bearbetades statistiskt som 2-faktoriella split-plotförsök med
grundförbättringsåtgärderna som storrutor, gödslingsleden som smårutor och
åren som upprepningar. Inga upprepningar av kvävebehandlingarna fanns i
försöksplanen och resultaten bör därför tolkas med en viss försiktighet.
För att kunna jämföra resultaten mellan olika år nivellerades skördarna
genom att alla oljeväxtskördar multiplicerades med faktorn 2,58. Medelfe-
let, som är ett mått på försökets jämnhet, var hela tiden ganska högt dvs
försöket var ganska ojämnt, maximalt 16,4 % 1981 och minimalt 7,6 % 1985.
Man kan notera en minskning av försöksfelet med tiden, något som är van-
ligt i långliggande försök.

Grundgödsling med fosfor och kalium på växtnäringsdelen av försöket skedde
varje år med lämpliga mängder PK 7-13.

För att bestämma hur kvävegivorna påverkade effekten av grundförbättrings-
åtgärderna beräknades skördeökningarna resp -minskningarna av grundför-
bättringsåtgärderna för alla tre kvävegödslingsnivåerna (tabell 8).

Tabell 8. Igelsta. Skörd i ej grundförbättrade led samt skördeökning resp minskning i behandlade led uttryckt som nivellerad skörd, kg/ha, för perioden 1980-86 för de tre kvävenivåerna

Table 8. Igelsta. Crop yield (1980-86) in control plot and increases/decreases in soil-improved plots for each of the nitrogen fertilization levels. Figures in levelled yield, kg per hectare

Kvävegöds- lingsled Nitrogen level	Grundförbättringsåtgärd Soil improvement treatment				
	Obehand- lat Control	OM i matjord OM in topsoil	Djupbe- arb. + OM i matj. Deep tillage + OM topsoil	Djupb. + OM i profil Deep till. + OM in profile	Djup- bearb. Deep tillage
0N	2060	+420	-820	-710	-860
60N	4000	+560	-240	-80	-390
120N	4750	+250	-200	-790	-700

OM = Organiskt material/Organic matter

Tabell 9. Igelsta. pH och P-AL-värden i matjorden på Igelsta under försöksperioden

Table 9. pH and "easily soluble P"-values for topsoil at Igelsta during the trial period

Grundförb. åtgärd Soil improvement	pH-värde/pH-value				P-Al-tal/P-Al-value			
	Vår Spring 1980	Höst Autumn 1980	Höst 1983	Höst 1986	Vår Spring 1980	Höst Autumn 1980	Höst 1983	Vår Spring 1986
Obehandlat Untreated	6,1	6,4	6,3	6,1	4,2	3,1	3,3	3,6
OM i matjord OM in topsoil	6,1	6,1	6,2	6,2	3,9	4,5	4,9	7,6
Djupbearb. + OM i matjord Deep tillage + OM in topsoil	6,3	6,5	6,5	6,3	8,0	5,6	6,1	5,5
Djupbearb. + OM i profil Deep tillage + OM in profile	6,4	6,4	6,3	6,2	2,2	2,9	3,1	2,8
Djupbearb. Deep tillage	6,5	6,4	6,1	6,2	2,5	2,7	2,3	2,4

OM = Organiskt material/Organic matter

Man ser här att endast åtgärden tillförsel av "organiskt material i matjorden" (II) gav positiv effekt på skörden. Största skördeökningen av organisk tillförsel i matjorden erhöles vid 60 N, kg/ha = normal N-giva. Vid 120 N, kg/ha, minskade effekten. För de övriga grundförbättringsåtgärderna erhöles genomgående skördesänkningar. Inverkan av kvävegivan 60N var här att skördesänkningen jämfört med 0 N minskade för att vid 120 N bli större igen. 60 N tycktes alltså för alla fyra behandlingarna vara den mest lämpliga N-givan.

I tabell 9 presenteras ledvisa matjordanalyser från 1980, 1983 och 1986. För ledet "organiskt material i matjorden" ökade P-AL-talet i matjorden under försökets gång. Annars registrerades inga stora förändringar under försöksperioden.

Vid jordanalys av alvprov tagna hösten 1983 (tab 10) var halterna av lättlöslig fosfor (P-AL) högre i de led som både tillförts barkkompost och djupbearbetats än i övriga led. Denna tendens fanns hösten 1986 kvar i ett av leden, nämligen "djupbearb. + OM i profil".

När kväveinnehållet i kärna och frö undersöktes pekade analyserna på väntade relationer mellan kvävegödslingsintensitet och kvävehalt i frö och kärna, dvs vid den högsta kvävegivan fanns den högsta halten av kväve i skördeprodukterna.

Tabell 10. pH och P-AL-värden i alven på Igelsta efter utförda grundförbättringsåtgärder

Table 10. pH and soluble P-values for subsoil at Igelsta after soil improvements had been performed

Grundförb. åtgärd <i>Soil improvement</i>	pH-värde/pH-value		P-AL-tal/P-Al-value	
	Höst <i>Autumn</i> 1983	Höst <i>Autumn</i> 1986	Höst <i>Autumn</i> 1983	Höst <i>Autumn</i> 1986
Obehandlat <i>Control</i>	6,5	6,4	1,4	3,1
OM i matjord <i>OM in topsoil</i>	6,6	6,5	1,1	3,0
Djupbearb. + OM i matjord <i>Deep tillage + OM in topsoil</i>	6,5	6,5	3,0	2,9
Djupbearb. + OM i profil <i>Deep tillage OM in profile</i>	6,4	6,2	3,0	4,3
Djupbearb. <i>Deep tillage</i>	6,4	6,1	1,4	2,6

OM = Organiskt material/Organic matter

Skörderesultat - växtföljder

Sedan tidigare är det ett välkänt faktum att en flerårig vall har en positiv inverkan på jordar där strukturproblem kan uppstå och där t ex en ensidig stråsådesodling bedrivs. På tre av försöksplatserna inom projektet (Igelsta, Finnbo och Bryngelsrud) koncentrerades därför intresset på att belysa avkastningsskillnaderna mellan växtföljder med eller utan vallgröda.

Försöksplanen på Igelsta framgår av tabell 11. Inverkan av en treårig vall, innehållande lusern, timotej och ängssvingel, jämfördes med en växtföljd innehållande stråsåd och oljeväxter. Dessutom ingick i försöket en växtföljd med lupin som ettårig gröngödslingsgröda. Lupin valdes med tanke på grödans förmåga att genom kraftiga pålrötter tränga långt ned i jordprofilen. Dessa tre växtföljder (a, b, c) upprepades med ett års tidsförskjutning i växtföljdsleden d, e och f. Därvid gavs det möjlighet att i viss mån belysa eventuella årsmånsvariationer i grödornas utveckling.

Tabell 11. Försöksplan för växtföljdsförsöket vid Igelsta

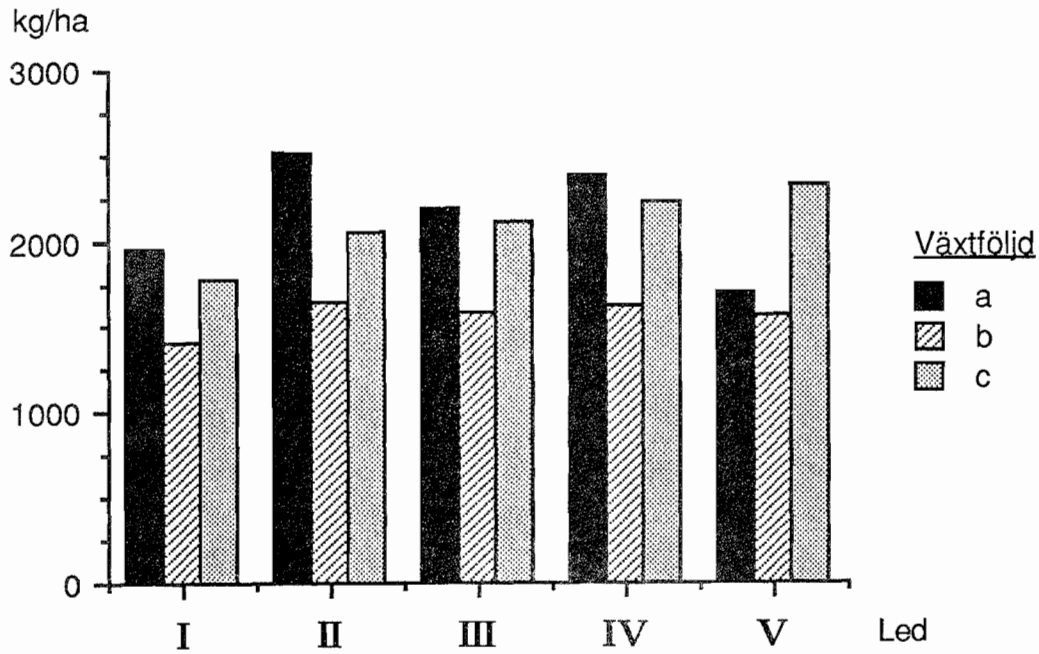
Table 11. Treatment design for the crop rotation experiment at Igelsta. Korn (ins) = Barley (re-seed), Vall = Ley, Höstvetete = Winter wheat, Vårvetete = Spring wheat, Havre = Oats, Vårrybs = Spring turnip rape, Vårraps = Spring rape, Lupin = Lupin

År Year	Växtföljd/Crop rotation					
	a	b	c	d	e	f
1980	Korn+ins	Vårrybs	Lupin	Korn	Korn	Korn
1981	Vall I	Höstvetete ¹	Höstvetete ¹	Korn+ins	Vårrybs	Lupin
1982	Vall II	Korn	Korn	Vall I	Höstvetete	Höstvetete
1983	Vall III	Vårraps	Lupin	Vall II	Korn	Korn
1984	Höstvetete ¹	Höstvetete ¹	Höstvetete ¹	Vall III	Vårraps	Lupin
1985	Havre	Havre	Havre	Höstvetete ¹	Höstvetete ¹	Höstvetete ¹
1986	Korn	Korn	Korn	Havre	Havre	Havre

¹ ersattes med vårvetete/was replaced by spring wheat

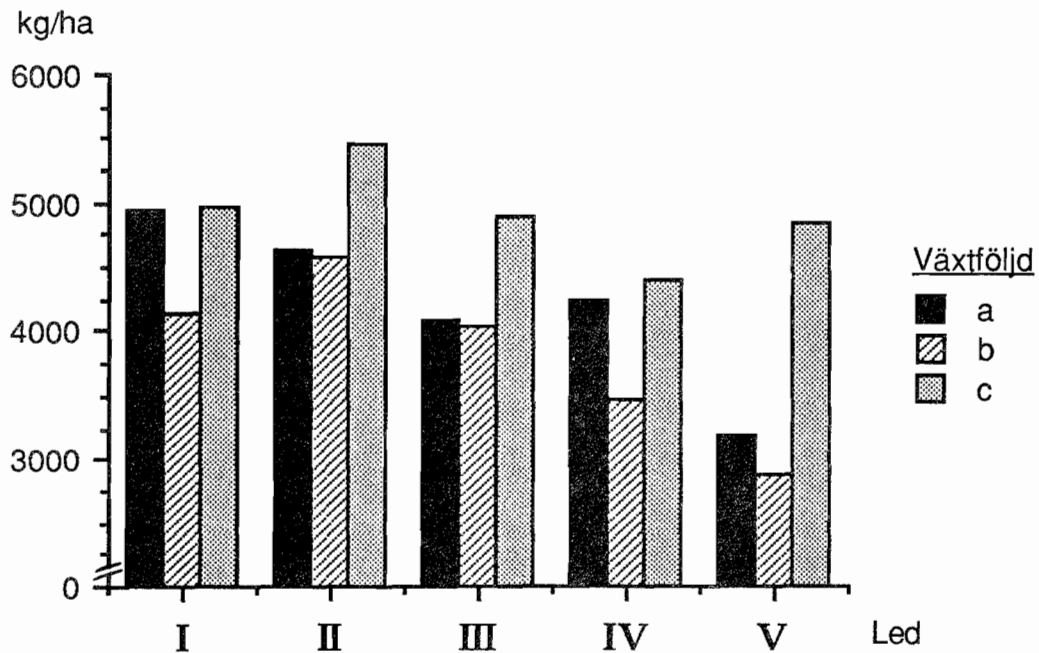
Det första året då växtföljdernas inverkan kunde jämföras var 1984 med vårvetete som "testgröda" (pga besvärliga väderleksbetingelser hösten 1983 kunde höstvetete ej sås). I figur 5 redovisas vårvetets avkastning i växtföljderna a, b och c uppdelat för de olika jordbearbetningsleden.

Vårvetets skörd var i 4 av de 5 grundförbättringsleden högst i växtföljd a, dvs efter flerårig vall, och lägst i växtföljd b med vårraps som direkt förfrukt. Vårvetete efter lupin intog en mellanställning. Enda undantaget var i grundförbättringsled V (omgrävning till 60 cm) där vårvetete i växtföljd c gav det bästa resultatet. Det är intressant att notera att vårvetetet odlat i växtföljden utan vall (b) inte i något grundförbättringsled nådde upp till samma skörd som vårvetetet odlat efter vall eller lupin i det obehandlade ledet (led I). Vall och lupin hade således en förfruktsinverkan vars motsvarighet inte kunde uppnås genom olika mekaniska strukturförbättrande åtgärder. Det bör dock tillfogas att skördejämförelserna i vårvetetet sker under den femte odlingsäsongen efter genomförandet av de olika grundförbättringsmomenten.



Figur 5. Skörd av vårvete 1984 (15 % vattenhalt) på Igelsta i växtföljderna a, b och c.

Figure 5. Yield of spring wheat 1984 (15 % water content) at Igelsta in the crop rotations a, b and c.

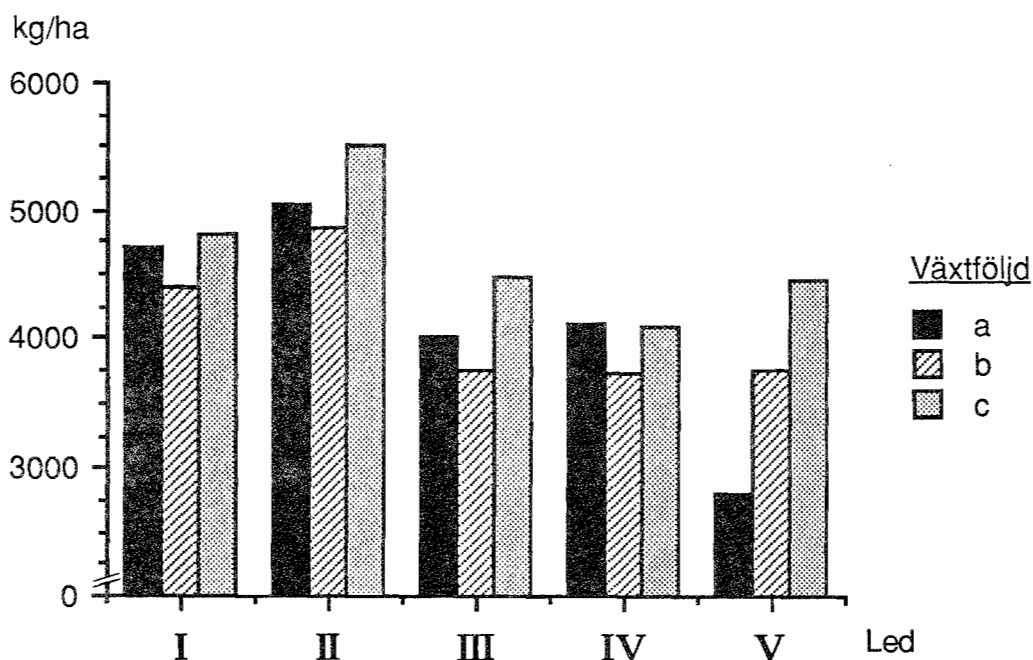


Figur 6. Skörd av havre 1985 (15 % vattenhalt) på Igelsta i växtföljderna a, b och c.

Figure 6. Yield of oats 1985 (15 % water content) at Igelsta in crop rotations a, b and c.

År 1985 odlades havre i växtföljderna a, b och c. Skörderesultaten framgår av figur 6. Liksom i vårvetet året dessförinnan var skörden lägst i växtföljd b i alla de olika bearbetningsleden. Havren i växtföljd c gav genomgående bäst skörd, dvs med lupin som för-förfrukt. Det är möjligt att den nedplöjda grönmassan från lupingrödorna 1980 och 1983 hade en så pass långvarig kväveeffekt att den strukturförbättrande inverkan av treårsvallen ej utföll lika positivt vid en jämförelse.

Lupinens goda förfruktsegenskaper framträdde även år 1986 i korn (fig 7). Både år 1985 och 1986 kan man dock notera att grundförbättringsmomenten fick större betydelse för avkastningsnivåerna än de olika växtföljderna. Inblandningen av organiskt material i matjorden (led II) samt det obehandlade led I gav framförallt 1986 högre skördar i kornet än de övriga leden, oavsett vilka grödeskombinationer som studeras.

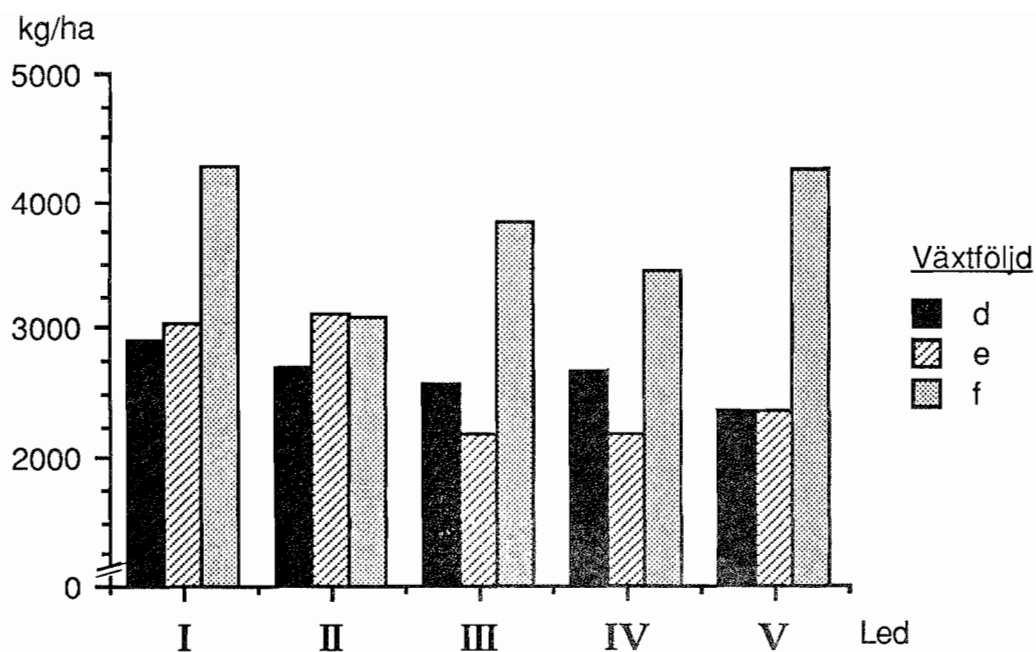


Figur 7. Skörd av korn 1986 (15 % vattenhalt) på Igelsta i växtföljderna a, b och c.

Figure 7. Yield of barley 1986 (15 % water content) at Igelsta in crop rotations a, b and c.

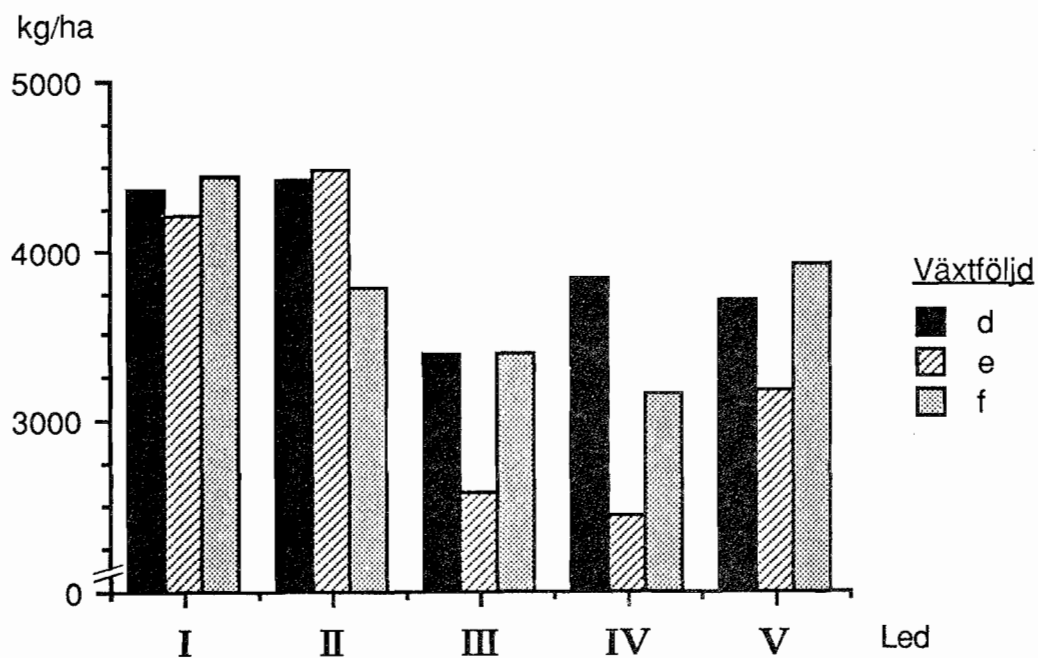
Som tidigare nämnts hade växtföljderna d, e och f samma grördordning som a, b och c men med ett års framflyttning i tiden. År 1985 utgjorde därför vårvete (ersatte det planerade höstvetet) "testgröda" efter förfrukterna vall III, vårraps och lupin.

Som framgår av figur 8 var vårvetets avkastning i de flesta led klart högst med lupin som förfrukt. Jämförelsen mellan vallens respektive vårrapsens förfruktseffekt utföll med olika resultat beroende på grundförbättringsmetoden.



Figur 8. Skörd av vårvete 1985 (15 % vattenhalt) på Igelsta i växtföljderna d, e och f.

Figure 8. Yield of spring wheat 1985 (15 % water content) at Igelsta in crop rotations d, e and f.



Figur 9. Skörd av havre 1986 (15 % vattenhalt) på Igelsta i växtföljderna d, e och f.

Figure 9. Yield of oats 1986 (15 % water content) at Igelsta in crop rotations d, e and f.

År 1986 var havre den gemensamma grödan i de tre växtföljderna. Lupinens positiva efterverkan var efter detta andra år ej lika markant överlägsen jämfört med föregående års utan motsvarades i stort sett av vallens förfruktsinverkan (fig 9). Växtföljd e, med stråsåd och oljevaxter som förfruktsgrödor, uppvisade oftast det sämsta resultatet i de olika bearbetningsleden.

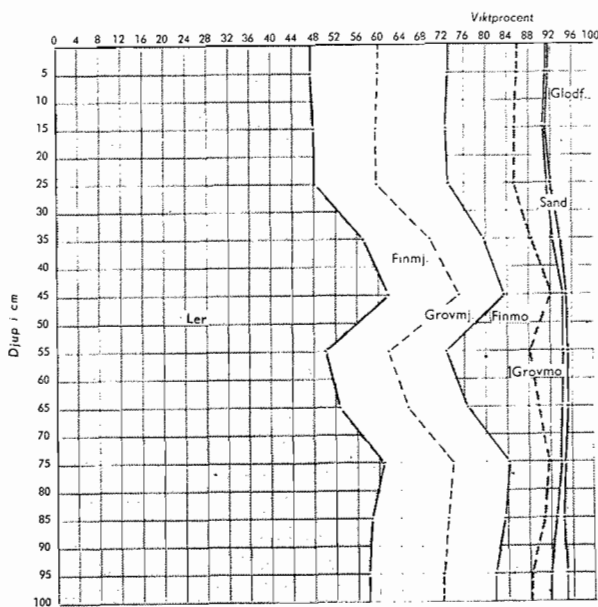
Liksom i växtföljderna a, b och c kan man utläsa en positiv effekt av inblandning av organiskt material i matjorden samt i obehandlat led under de båda försöksåren, åtminstone för grödorna i växtföljd d och e. Med lupin ingående i växtföljden (f) hävdade sig framför allt även led v väl, dvs omgrävning till 60 cm.

KURÖ, Västmanlands län. Försöket anlagt hösten 1979 (grundåtgärder).

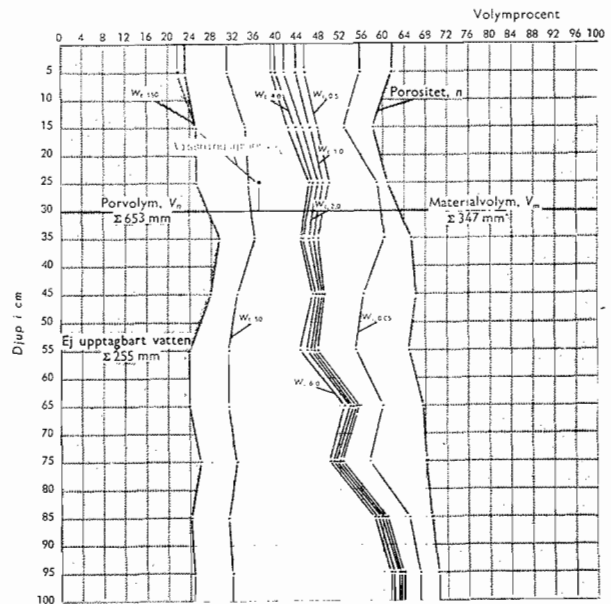
Försöksvärd: Schubert, Kurö säteri, Ängsö, Västerås.

Beskrivning av jordprofilen

Jordens mekaniska sammansättning redovisas i figur 10. Matjorden består av en styv gyttjelera med relativt stort inslag av mjäla och finmo. Jordarten i alven är gyttjelera med ett mycket litet inslag av gyttja. Gyttjehalten är ändå tillräckligt hög för att ge jorden karakteristiska gyttjeegenskaper. I skikten 40-50 cm och 70-80 cm är lerhalten över 60 %. Strukturen i profilen är mycket väl utvecklad. Under matjorden har alven grynstruktur som vid ca 50 cm djup övergår i den för gyttjejordarna så karakteristiska pelarstrukturen. Sprickorna är permanenta med rostutfällningar på sprickytorna. Rotsystemet är välutvecklat ned till 50 cm varefter rötterna buskar till sig och endast ett fåtal rötter fortsätter ned längs sprickorna i pelarstrukturen. Rötternas utveckling begränsas framför allt av ett lågt pH i alven (tab 13). Redan vid 40 cm djup sjunker pH under 4 och i nedre delen av alven närmar sig pH-värdet 3. Grundvattenytan låg vid provtagningen i slutet av augusti på 110 cm djup.



Figur 10. Kornstorleksfördelning och glödgningsförlust. Kurö 1979.
Figure 10. Textural analysis and loss on ignition. Kurö 1979.



Figur 11. Volymförhållanden och tensionskurvor. Kurö 1979.
Figure 11. Volume relations and water tension curves. Kurö 1979.

Porositeten är hög (fig 11), ca 60 % i matjorden för att sedan öka med djupet. Andelen grova porer är stor och redan vid låga vattenavförande tryck avgår en stor mängd vatten och ersätts med luft. I figur 11 är den fysikaliska vissningsgränsen $W_{p,s}$ inritad. Försök gjordes att bestämma den biologiska vissningsgränsen, men de låga pH-värdena i profilen gjorde att inga rötter kunde utvecklas i prover från 30 cm djup och nedåt. Vid 1 meters dränering är mängden tillgängligt vatten i profilen ca 274 mm (beräknat på fysikaliska vissningsgränsen), således ett mycket stort vattenförråd. Det grunda rottdjupet (ca 60 cm) minskar mängden för växterna åtkomligt vatten till 130 mm. Inom rotzonen är pH så lågt att växternas möjlig-

heter att ta upp det tillgängliga vattnet även här är begränsade. Trots att profilen kan lagra stora mängder vatten finns det risk för att växterna kommer att lida brist på vatten. Ett bevättningsmotstånd i matjorden förvärrar situationen.

Tabell 12. Några fysikaliska data för profilen Kurö 1979
Table 12. Some physical data of the profile Kurö 1979

Djup Depth (cm)	Torr skrymdensitet Dry bulk density (g/cm ³)	Kompaktdensitet Particle density (g/cm ³)	Genomsläpplighet för vatten Saturated hydraulic conductivity	
			efter/after 1 h (mm/h)	efter/after 24 h (mm/h)
0-10	1,01	2,64	291	157
10-20	1,11	2,64	222	118
20-30	1,07	2,74	26	12
30-40	0,95	2,72	522	102
40-50	0,91	2,72	1625	343
50-60	0,96	2,73	1226	211
60-70	0,90	2,77	944	204
70-80	0,88	2,77	818	253
80-90	0,84	2,75	296	425
90-100	0,82	2,79	558	248

Tabell 13. Några kemiska data för profilen Kurö 1979
Table 13. Some chemical data of the profile Kurö 1979

Djup Depth (cm)	pH(H ₂ O)	P-AL	P-HCl	K-AL	K-HCl	Ca-AL	Mg-AL
0-10	5,7						
10-20	5,4	3,6	66	23,0	470	250	13,5
20-30	5,2						
30-40	4,5	1,5	55	25,0	610	123	12,9
40-50	4,0						
50-60	3,8	3,1	62	23,5	610	47	13,0
60-70	3,6						
70-80	3,2						
80-90	3,1						
90-100	3,3						

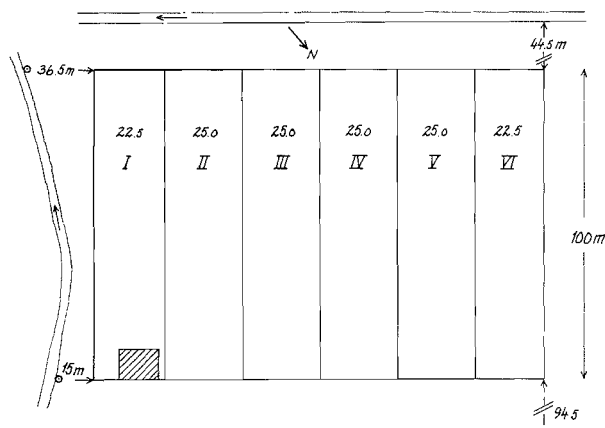
Gyttjeinslaget ger en låg torr skrymdensitet i hela profilen (tab 12). Genomsläppligheten är mycket hög. Det är endast i skiktet 20-30 cm som plogulan har försämrat genomsläppligheten något.


Mycket låga pH-värden uppmättes i alven (tab 13). Fosforinnehållet är lågt medan kaliumvärdena är höga pga den höga lerhalten i profilen.

Nederbörd

Se under redovisningen av resultaten från Igelsta, tabell 4 nederbörd.

Fältplan



- I och VI = obehandlat
 II = org mtrl i motjorden ¹⁾
 III = djupplöjning ²⁾, org mtrl i motjorden ¹⁾
 IV = —" —" ²⁾, org mtrl i profilen ¹⁾
 V = —" —" ²⁾
 Försök med optimal motjord
- ¹⁾ 13 ton ts/ha
²⁾ ca 50 cm

Figur 12. Fältplan Kurö, grundåtgärder.

Figure 12. Field experimental design Kurö, main plots. I and VI = Control, II = Organic material mixed into the topsoil, III = Deep plowing (50 cm) + org. mat. in the topsoil, IV = Deep plowing (50 cm) + org. mat. in the whole profile, V = Deep plowing (50 cm). The organic material is a mixture of 1/3 sewage sludge and 2/3 bark given as a dosage of 13 000 kg dry matter per hectare.

Djupbearbetningen genomfördes som en djupplöjning till ca 50 cm djup. Vid Kurö användes en något mindre giva barkkompost (ca 13 ton) än på fastmarksjordarna. På jordbearbetningens rutor prövades packning före och efter sådd under två år utan någon effekt varefter detta försöksled utgick. Några resultat från packningsförsöken redovisas ej.

Skörderesultat - grundåtgärder

Tabell 14. Sammanställning över jämförelseledets gröda samt så- och skördetidpunkter vid Kurö

Table 14. Crop, sowing time and harvesting time for the plots used for comparison between soil improvement treatments at Kurö

År Year	Gröda Crop	Såtidpunkt (datum) Sowing time (date)	Skördetidpunkt (datum) Harvesting time (date)
1980	Havre/Oats	05-11	09-05
1981	Vårvete/Spring wheat	05-13	09-09
1982	Vårrybs/Spring turnip rape	05-03	08-31
1983	Höstvete/Winter wheat	09-10	08-18
1984	Ärt/Peas	04-27	Ingen skörd/no harvest
1985	Vårvete/Spring wheat	05-20	09-22
1986	Korn/Barley	05-05	09-04

För att kunna använda skörderesultat från flera år med olika grödor nivellerades skördarna genom att oljeväxtskördarna multiplicerades med faktorn 6,93. Försöket skördades inte 1984 pga regn.

Tabell 15. Kurö. Skörderesultat (kg/ha) för åren 1980-83 och 1985-86 för de grundförbättrade leden, I-V (se figur 4 för förklaring av försöksleden)
Table 15. Kurö. Yields (1980-83 and 1985-86) for the main plots, I-V (see Figure 4 for explanation of treatments I-V). Figures in levelled yield, kg per hectare

	Grundförbättringsåtgärd/Soil improvement treatment				
	I	II	III	IV	V
Medeltal/Mean	3703 ^a	3930 ^a	3773 ^a	4023 ^a	3814 ^a
Rel-tal/Rel. values	100	105	102	109	103

(a) Led med samma bokstav är ej signifikant skilda från varandra.

(a) Means with the same letter are not significantly different.

Inga signifikanta effekter av grundåtgärderna kunde uppmätas även om alla grundåtgärder gav ett mindre positivt utslag på skörden.

Skörderesultat - hydroteknik

Tabell 16. Kurö. Skörderesultat (kg/ha) för åren 1980-83 och 1985-86 för de kalkade leden (se figur 4 för förklaring av försöksleden I-V). Kalken (10 ton CaO/ha som bränd kalk) tillfördes som en engångsgiva våren-80
Table 16. Kurö. Yields (1980-83 and 1985-86) for the limed plots (see Figure 4 for explanation of treatments I-V). Figures in levelled yield, kg per hectare. The lime (10 000 kg CaO/hectare as quick lime) was mixed into the topsoil in spring of 1980

	Grundförbättringsåtgärd/Soil improvement treatment				
	I	II	III	IV	V
Utan kalk/No lime	3703	3930	3773	4023	3814
Kalkad/Limed	4158	3804	3845	4456	4666

Kalkningen gav i genomsnitt en skördeökning på 337 kg/ha jämfört med okalkade led. Kalkeffekterna var inte signifikanta.

Skörderesultat - växtnäring

Förutsättningar

Kuröförsöket låg på en försöksplats med gyttjehaltig jordart och pH-värdena i matjord och alv var därför lägre än i de andra jordarna (tabell 13 allmänna delen). Det bedömdes intressant att förutom extra kvävetillförsel även pröva om ökad fosforgödsling gav skördeökningar efter att grundförbättringsåtgärderna utförts. Enligt nedanstående uppställning medgav planen prövning av en enkel kväve- resp fosforgiva, kombinationen mellan dessa åtgärder samt en dubbel fosforgiva (led 4) eller kvävegiva (led 5).

Led	N-gödsling	P-gödsling
1.	0 kg/ha N	40 kg/ha P i superfosfat**
2.	50 kg/ha N i N28*	0 "
3.	" " "	40 " "
4.	" " "	80 " "
5.	100 " "	40 " "

*N28 = Kalkammonsalpeter/Nitrochalk 28 % N

**Superfosfat = vattenlöslig fosfor/water soluble phosphorus 9 % P

Kalium gavs som grundgödsling till varje gröda. Till höstsådda grödor spreds fosfor före sådd på hösten och kvävet genom övergödsling på våren. Till vårsådda grödor nedbrukades all gödsel före sådd. År 1980 och 1983 var skördenivån hög medan skörden de övriga åren, exempelvis 1982 och 1985 var låg. 1984 gjorde den fuktiga väderleken att försöket inte kunde skördas. Försöksfelet var lite lägre för försöket på Kurö än för de andra försöken. Ett år, 1985, var det dock högt, 11,8 procent.

I sammanställningarna har 1982 års skördar av vârrybs nivellerats för att kunna jämföras med stråsädesskördarna de övriga åren (nivelleringsfaktor = 5,60). Alla led i försöket har kunnat skördas alla år förutom 1984.

I tabell 17 visas grundskördar för ej grundförbättrade led och skördeökningar resp minskningar för de led som grundförbättrades, allt detta för olika kombinationer av N- och P-gödsling.

Tabell 17. Kurö. Skörd i obehandlat led samt skördeökning resp minskning i grundförbättrade led uttryckt som nivellerad skörd, kg/ha, perioden 1980-83 och 1985-86 för de fem NP-nivåerna

Table 17. Kurö. Crop yield (1980-83 and 1985-86) in control plot and increases/decreases in soil improved plots for each of the nitrogen and phosphorus fertilization levels. Figures in levelled yield, kg/per hectare

Gödslings- led	Grundförbättringsåtgärd Soil improvement treatment					
	Obehand- lat	OM i matjord	Djup- plöjn. + OM i matj. Deep plowing	Djupplöjn + OM i profil Deep pl.	Djup- plöjn.	
Fertilizing level	Control	OM in topsoil	+ OM in profile	+ OM in profile	Deep plowing	
0 N	40 P	2860	+160	+140	+520	+260
50 N	0 P	4230	- 20	-100	-130	-240
50 N	+ 40 P	4390	+160	+350	+190	-120
50 N	+ 80 P	4390	- 70	- 50	+320	-120
100 N	+ 40 P	5030	+ 70	+260	- 50	- 10

OM = Organiskt material/Organic matter

Inga grundförbättringseffekter var, när parvisa jämförelser gjordes, säkert skilda från varandra. Tendenser fanns dock i materialet, så t ex var alla grundförbättringsled positiva vid kvävegivan 0 N och fosforgivan 40 kg P/ha men negativa vid kvävegivan 50 kg N/ha och 0 P. Kombinerad

fosfor- och kvävegödsling ökade ej grundförbättringseffekterna nämnvärt. Gödslingen 100 N + 40 P gav en signifikant högre skördenivå än 0 N + 40 P dock utan att grundförbättringseffekterna var speciellt stora. Kväve- och fosforhalterna i skördeprodukterna låg på nivåer som kan betecknas normala. Eftersom pH-värdena i matjord och alv var så låga och ett lågt pH-värde i regel minskar gödsel fosfors löslighet var det intressant att se hur fosforskördarna utvecklades på Kurö (tab 18). I ledet som fått bara fosfor, dvs 0 N + 40 P, var fosforskörden när leden jämfördes parvis, signifikant lägre än i de led som fått kväve eller kväve och fosfor. Mellan de led som fått både kväve och 0, 40 eller 80 kg P/ha fanns signifikanta skillnader. Kvävet hade alltså på Kurö stor betydelse för skördenivån och indirekt också för fosforskörden.

Tabell 18. Kurö. Upptagen mängd fosfor i kärna i handelsgödslade led. Medeltal för fem grundförbättrade led under tre år; 1980, 1985 och 1986
Table 18. Kurö. Uptake of phosphorus in fertilized plots. Means of five soil improvement treatments and three years; 1980, 1985 and 1986

N-led N-treatment	P-led P-treatment	P kg/ha		
0 N	40 P	10,4		B
50 N	0 P	14,5	A	B
50 N +	40 P	16,4	A	
50 N +	80 P	15,4	A	B
100 N +	40 P	15,3	A	B

(A,B) Led med samma bokstav är ej signifikant skilda från varandra.

(A,B) Means with the same letter are not significantly different.

Jordanalyser utfördes vid försökets start 1980, se tabell 13 allmänna delen, samt 1983 och 1986 på växtnäringens del av försöket. Vid provtagningen 1986 noterades oförändrat låga halter av fosfor i alven även i grundförbättrade led. Även pH-värdena var låga i alven. I matjorden var P-AL-värdena förhöjda i det led som fått 80 kg P/ha/år från försökets start.

Skörderesultat - växtföljder

Tabell 19. Försöksplan för växtföljdsförsöket på Kurö

Table 19. Treatment design for the crop rotation experiment at Kurö. Korn = Barley, Havre = Oats, Vårvete = Spring wheat, Vårrybs = Spring turnip rape, Höstvetete = Winter wheat, Ärtter = Peas, Höstråg = Winter rye

År Year	Växtföljd/Crop rotation					
	a	b	c	d	e	f
1980 Korn	Havre	Vårvete	Vårrybs	Vårrybs	Ärtter	Ärtter
1981 Havre	Vårvete	Vårrybs	Höstvetete	Ärtter	Höstråg	Korn
1982 Vårvete	Vårrybs	Höstvetete	Ärtter	Höstråg	Korn	Havre
1983 Vårrybs	Höstvetete ¹	Ärtter	Höstråg	Korn	Havre	Vårvete
1984 Höstvetete ¹	Ärtter	Höstråg ¹	Korn	Havre	Vårvete	Vårrybs
1985 Ärtter	Höstråg ¹	Korn	Havre	Vårvete	Vårrybs	Höstvetete ¹
1986 Höstråg	Korn	Havre	Vårvete	Vårrybs	Höstvetete	Ärtter

¹ ersattes med vårvete/was replaced by spring wheat

Uppläggningsen av växtföljdsförsöket på Kurö fick en annan utformning än på de tre övriga försöksplatserna. Istället för att jämföra växtföljder med och utan vall tillämpades samma växtföljd genomgående. Som framgår av försöksplanen i tabell 19 odlades alla grödor i växtföljden varje år.

Tabell 20. Skörderesultat (15 % vattenhalt) i växtföljdsförsöket på Kurö under åren 1980-83 och 1985-86. Det bearbetningsled som uppvisade högsta skörd för respektive gröda och år är markerat med kursiv stil

Table 20. Yields (15 % water content) in the crop rotation experiment at Kurö during the years 1980-83 and 1985-86. The soil improvement treatment that produced the highest yield in one crop and year respectively is presented in italics. Korn = Barley, Havre = Oats, Vårvete = Spring wheat, Vårrybs = Spring turnip rape, Ärtor = Peas, Höstråg = Winter rye, Höstvete = Winter wheat

Växt- följd Crop rota- tion	Grund- åtgärd Soil improve- ment	År/Year					
		1980	1981	1982	1983	1985	1986
a		Korn	Havre	Vårvete	Vårrybs	Ärtor	Höstråg
	I	<i>4170</i>	4440	2070	450	<i>260</i>	4220
	II	4080	4350	2070	650	160	4550
	III	3720	4580	<i>2260</i>	<i>840</i>	90	<i>4740</i>
	IV	3870	<i>5800</i>	2030	830	110	4720
	V	4020	5410	2230	120	170	4420
b		Havre	Vårvete	Vårrybs	Höstvete	Vårvete	Korn
	I	6380	3190	320	4910	1870	<i>3700</i>
	II	6730	3360	410	4550	<i>2460</i>	3640
	III	<i>7280</i>	3260	350	4950	1470	3250
	IV	6870	<i>3920</i>	<i>480</i>	<i>4990</i>	1670	3360
	V	6610	3560	400	4990	1620	3330
c		Vårvete	Vårrybs	Höstvete	Ärtor	Korn	Havre
	I	3110	500	2980	460	2400	2380
	II	<i>3870</i>	810	2500	400	<i>2840</i>	2400
	III	2380	880	2970	440	2190	2790
	IV	2590	<i>1150</i>	<i>3330</i>	<i>970</i>	2250	<i>3170</i>
	V	2590	1080	2990	510	2230	2940
d		Vårrybs	Höstvete	Ärtor	Höstråg	Havre	Vårvete
	I	1180	3270	160	4270	2580	3120
	II	1150	3400	90	2660	<i>2780</i>	3300
	III	1220	3330	100	3600	2050	3080
	IV	<i>1650</i>	<i>3720</i>	<i>190</i>	3250	1940	3420
	V	1210	3490	80	<i>4530</i>	2290	3500
e		Vårrybs	Ärtor	Höstråg	Korn	Vårvete	Vårrybs
	I	560	2770	3380	3510	2060	670
	II	1220	3110	3830	3560	<i>2100</i>	870
	III	1230	2740	3570	3570	1810	730
	IV	<i>1360</i>	<i>4490</i>	<i>4160</i>	<i>3670</i>	1990	<i>990</i>
	V	1010	4480	3590	3490	2010	950
f		Ärtor	Höstråg	Korn	Havre	Vårrybs	Höstvete
	I	2820	3990	2350	4670	230	4200
	II	3940	4390	2050	4830	<i>520</i>	3500
	III	<i>3990</i>	<i>4710</i>	1940	5140	500	3680
	IV	3610	4510	<i>2410</i>	5070	510	<i>4210</i>
	V	3650	4620	2230	<i>5350</i>	430	3970
g		Ärtor	Korn	Havre	Vårvete	Vårvete	Ärtor
	I	3320	4600	3210	3010	1680	120
	II	2590	4740	3160	2960	1650	120
	III	3860	4910	3260	2990	1500	<i>190</i>
	IV	4330	<i>5570</i>	<i>3880</i>	<i>3510</i>	<i>2110</i>	160
	V	<i>4560</i>	5260	3490	3040	2040	100

Genom försöksplanens utformning koncentrerades intresset i försöket främst på hur de olika jordbearbetningsmetoderna påverkade avkastningen i olika grödor vid olika lång tid efter behandlingarnas utförande.

Det är svårt att urskilja några tydliga tendenser i resultaten från Kurö (tab 20). Det man möjligen kan fastställa är att bearbetningsled IV, dvs omgrävning + organiskt material till 60 cm, hade positiv inverkan på flera av grödorna under de första försöksåren. Åren 1981 och 1982 gav t ex led IV högsta skörden i 6 av de 7 grödor som odlades. Under 1983 var motsvarande siffror 4 av 7 grödor. Pga en regnig höst skördades inga grödor försöksmässigt 1984. År 1985 var skörden oftast högst i obehandlat led eller då organiskt material inblandats i matjorden (led I och II). Under sista försöksåret, 1986, kunde man återigen urskilja en tendens till att led IV hävdade sig väl.

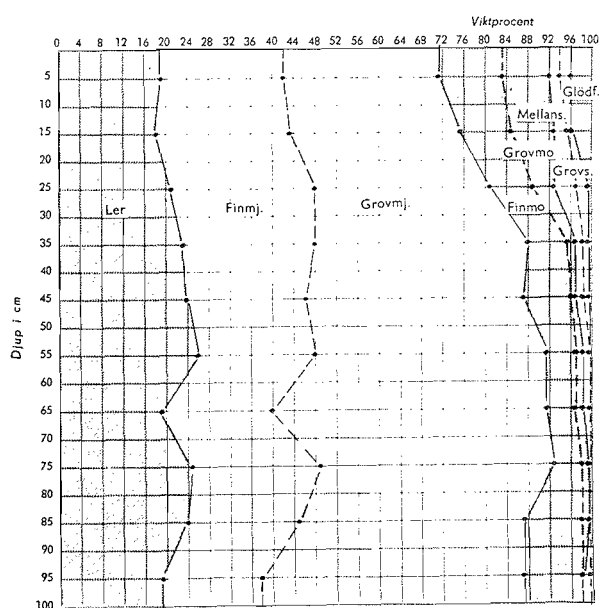
Det bör noteras att skördenivåerna i ärter och vårrybs, med något undantag, i allmänhet var mycket låga. Orsakerna till detta varierade. Vissa år blev oljeväxterna hårt angripna av rapsbaggar, ärterna drabbades ofta av fågelskador, långvariga torkperioder ställde ibland till problem, etc.

FINNBO, Västmanlands län. Försöket anlagt hösten 1980 (grundåtgärder, utom led V som utfördes hösten 1983).

Försöksvärd: Ove Törnros, Salbo, Salbohed.

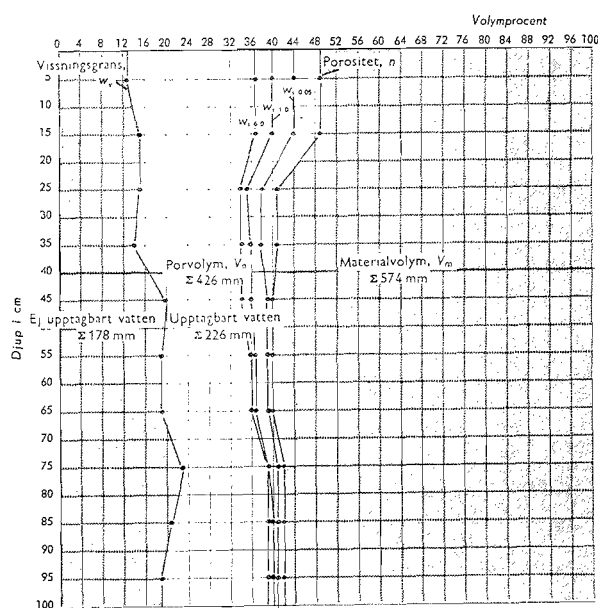
Beskrivning av jordprofilen

Jordens mekaniska sammansättning framgår av figur 13. Matjorden består av en något mullhaltig mjällättlera och i alven mjällättlera på gränsen till mellanlera i några skikt. Andelen mjåla är mycket stor i hela profilen, drygt 50 % i matjorden och över 60 % i alven. Nedre delen av alven består av en varvig glaciallera. Matjorden är mycket slammingsbenägen och bildar en hård skorpa vid regn. Skorpan kan ibland omfatta hela matjorden. Den varviga leran begränsar rotdjupet till ca 50-60 cm.



Figur 13. Kornstorleksfördelning och glödningsförlust. Finnbo 1980.

Figure 13. Textural analysis and loss on ignition. Finnbo 1980.



Figur 14. Volymförhållanden och tensionskurvor. Finnbo 1980.

Figure 14. Volume relations and water tension curves. Finnbo 1980.

Porositeten är ca 49 % i matjorden men sjunker snabbt i alven till ca 40 % (fig 14). Alven är mycket kompakt och vattnet är mycket hårt bundet. Andelen luft i alven vid normal dränering är mycket liten. Vid 1 meters dränering är mängden tillgängligt vatten i profilen 212 mm. Om hänsyn tas till att rotdjupet var ca 60 cm blir den åtkomliga mängden vatten 133 mm. Genomsläppligheten är mycket låg i alven (tab 21) vilket kan leda till problem med syrebrist vid kraftiga regn.

Tabell 21. Några fysikaliska data för profilen Finnbo 1980

Table 20. Some physical data of the profile Finnbo 1980

Djup Depth (cm)	Torr skrymdensitet Dry bulk density (g/cm ³)	Kompaktdensitet Particle density (g/cm ³)	Genomsläpplighet för vatten Saturated hydraulic conductivity	
			efter/after 1 h (mm/h)	efter/after 24 h (mm/h)
0-10	1,32	2,59	43	28
10-20	1,32	2,59	62	61
20-30	1,56	2,64	31	26
30-40	1,57	2,65	0,6	0,5
40-50	1,59	2,66	16	31
50-60	1,57	2,62	0,3	0,3
60-70	1,59	2,65	1,2	0,4
70-80	1,56	2,67	0,4	0,2
80-90	1,54	2,66	0,8	0,0
90-100	1,54	2,66	0,6	0,0

Tabell 22. Några kemiska data för profilen Finnbo, provtagning 1985

Table 22. Some chemical data of the profile Finnbo, measured 1985

Djup Depth (cm)	pH(H ₂ O)	P-AL	K-AL	Ca-AL	Mg-AL	Cu-HCl	B
0-20	6,0	5,4	11,0	82	24,8	8,3	0,2
20-40	5,8	2,7	11,2	89	29,2	12,7	0,2
40-60	6,0	3,2	9,5	105	40,4	14,0	0,1

Fosforinnehållet är något lågt medan kaliumvärdena är högre pga inslaget av ler i profilen (tab 22). Någon magnesiumbrist föreligger ej, men däremot är K-AL/Mg-AL-kvoten ogynnsam.

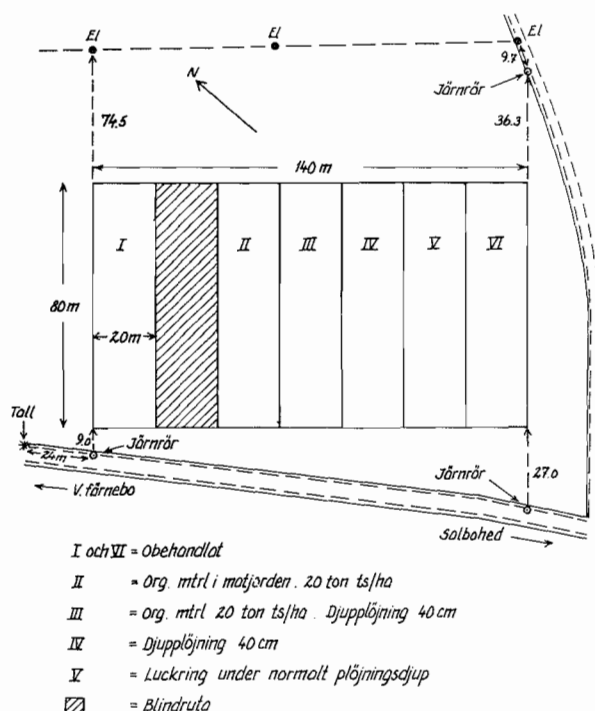
Nederbörd

Tabell 23. Nederbörden 1981-86 samt normalnederbörden (1951-80) vid mätstationen 9655 Sala (SMHI)

Table 23. Precipitation 1981-86 and mean values (1951-80) at the 9655 Sala recording station (Swedish Meteorological and Hydrological Institute)

Nederbörd i mm / Precipitation in mm													
År Year	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Hela året All year
1981	22	24	62	31	36	105	61	108	17	86	103	61	716
1982	35	25	45	51	31	25	15	123	38	32	82	46	548
1983	65	8	50	62	39	83	35	21	208	35	19	61	686
1984	64	30	19	7	27	104	49	35	111	101	39	45	633
1985	59	25	39	59	18	61	74	71	67	49	53	44	620
1986	43	12	59	47	22	39	46	160	50	32	41	73	623
Normal	39	28	25	33	39	49	80	70	61	55	56	45	580

Fältplan



Figur 15. Fältplan Finnbo, grundåtgärder.

Figure 15. Field experimental design Finnbo, main plots. I and VI = Control, II = Organic material mixed into the topsoil, III = Deep plowing (40 cm) + org. mat. in the whole profile, IV = Deep plowing (40 cm), V = Subsoiling (Plowing, 0-25 cm + subsoil cultivation, 26-47 cm, carried out in 1983 with a Wye Double digger). The organic material is a mixture of 1/3 sewage sludge and 2/3 bark given as a dosage of 20 000 kg dry matter per hectare.

Det organogena materialet är utspritt före djupplöjningen i led III. Luckringen under normalt plöjningsdjup (V) utfördes inte förrän hösten 1983. Plöjningsdjupet i led IV var ca 25 cm och i skiktet 26-47 cm luckrades profilen genom fräsning.

Skörderesultat - grundåtgärder

Ett av leden i växtföljdsdelen användes som jämförelseled för övriga avdelningar men också till att bedöma effekterna av grundåtgärderna. I tabell 24 finns en sammanställning över jämförelseledets gröda samt så- och skördetidpunkter för hela försöksperioden. Kvävegödselgivan hölls medvetet låg (60 kg N per hektar) för att undvika liggsäd i försöket.

Tabell 24. Sammanställning över jämförelseledets gröda samt så- och skördetidpunkter vid Finnbo

Table 24. Crop, sowing time and harvesting time for the plots used for comparison between soil improvement treatments at Finnbo

År Year	Gröda Crop	Såtidpunkt (datum) Sowing time (date)	Skördetidpunkt (datum) Harvesting time (date)
1981	Korn/Barley	05-19	09-01
1982	Havre/Oats	05-16	08-31
1983	Vårrybs/Spring turnip rape	05-24	09-14
1984	Korn/Barley	05-08	08-23
1985	Havre/Oats	05-17	09-03
1986	Korn/Barley	05-08	09-14

Tabell 25. Finnbo. Skörderesultat (kg/ha) för åren 1981-86 för de grundförbättrade leden I-V, led V endast 1984-86 (se figur 4 för förklaring av försöksleden I-V)

Table 25. Finnbo. Yields (1981-86), main plots I-V, plot V results from 1984-86 (see Figure 4 for explanation of I-V). Figures in levelled yield, kg per hectare

I	II	III	IV	V
4413 ^a	4356 ^a	3721 ^a	3982 ^a	3767 ^a

(a) Led med samma bokstav är ej signifikant skilda från varandra.

(a) Means with the same letter are not significantly different.

För att kunna använda skörderesultat från flera år med olika grödor nivellerades skördarna genom att oljeväxtskördarna multiplicerades med faktorn 3,16. Alla grundförbättringsåtgärder hade en negativ inverkan på skörden (tab 25). Effekterna var små och inget av utslagen signifikanta.

Skörderesultat - jordbearbetning

Som framgår av tabell 26 genomfördes inte försöksplanens alla behandlingar från försöksperiodens början. Hela försöksfältet höstplöjdes vid försöksstarten och vårplöjningen kom inte igång förrän 1982. Den plöjningsfria odlingen kom av samma orsak inte igång förrän hösten 1981.

Tabell 26. Försöksplan för jordbearbetningsförsöken vid Finnbo och Bryngelsrud

Table 26. Treatment design for the cultivation experiments at Finnbo and Bryngelsrud

Beteckning	Försöksåtgärd
Symbol	Treatment
1	Höstplöjning <i>Autumn plowing</i>
2	Höstplöjning + halmtäckning (ca 3 ton/ha) efter sådd <i>Autumn plowing + straw mulching (3000 kg/ha) after sowing</i>
3	Höstplöjning + lättharvning efter sådd <i>Autumn plowing + light harrowing after sowing</i>
4	Vårplöjning (fr o m 1982) <i>Spring plowing (as from 1982)</i>
5	Plöjningsfri odling (stubbearbetning 1-2 ggr, fr o m 1982) <i>Plowless tillage (stubble cultivation 1-2 times, as from 1982)</i>
6	Kalk (10 ton CaO/ha, bränd kalk) inblandad i matjorden 1981 <i>Lime (10 t CaO/ha, quick lime) mixed into the topsoil in 1981</i>

I tabell 27 redovisas de årsvisa skördarna i jordbearbetningsdelen. Skördarna nivellerades genom att oljeväxtskördarna multiplicerades med faktorn 3,39. Resultaten bearbetades statistiskt som ett split-plotförsök med åren som upprepningar. Skördevariationerna mellan år var mycket stora vilket gör resultaten osäkra. Alla försöksbehandlingar kunde inte jämföras alla år varför resultatredovisningen sker i flera figurer (16-18) beroende på vilka försöksled som kan jämföras samma år.

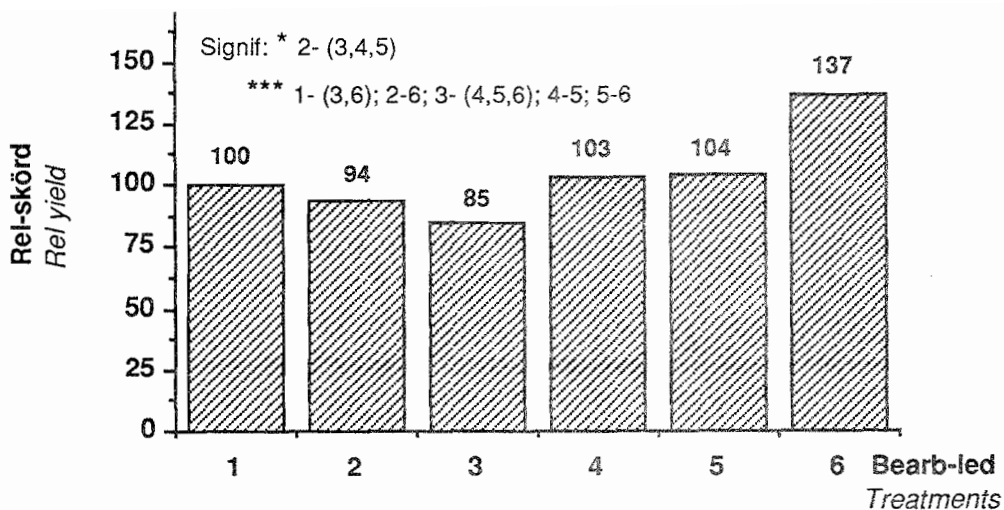
Tabell 27. Finnbo. Årsvis avkastning, nivellerad skörd i kg/ha i de enskilda rutorna i jordbearbetningsförsöket. Se tabell 26 för beskrivning av försöksleden 1-6

Table 27. Finnbo. Annual yields of the sub plots of the cultivation trial. See Table 26 for explanation of treatments 1-6. Figures in levelled yield, kg per hectare

År Year	Jord- bearbet- ningsled Cultiva- tion treatment	Grundförbättringsåtgärd Soil improvement treatment				
		Obehand- lat Control	OM i matjord OM in topsoil	Djupplöjn. + OM i profil Deep plowing + OM in profile	Djup- plöjning Deep plowing	Luckring i alven Sub- soiling
1981	1	5090	4550	4530	4500	-
	2	3840	4660	3300	3390	-
	3	4140	4000	3380	3430	-
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	4940	5130	4460	4280	-
1982	1	3450	3980	3240	3560	-
	2	4250	3710	3620	3670	-
	3	-	-	-	-	-
	4	3820	3950	3950	3620	-
	5	4040	3890	3610	3670	-
	6	3820	4060	4150	4090	-
1983	1	5260	4980	3250	3860	-
	2	2780	2950	1830	1050	-
	3	5290	5460	4470	4140	-
	4	4200	5090	4070	3630	-
	5	5860	5800	4410	4880	-
	6	Grön gödslingsgröda/Green manure				
1984	1	4950	5000	4700	5080	4060
	2	5110	4830	4440	3950	3590
	3	4960	5160	4430	4600	4130
	4	4880	4820	4690	5060	4490
	5	4880	5580	4790	4770	3800
	6	6570	6430	6800	7060	5760
1985	1	4470	4290	3920	3860	3580
	2	4760	4930	4710	4400	4430
	3	3120	3890	3110	3060	3230
	4	4520	4480	4070	4980	4080
	5	4140	4580	4220	3960	4250
	6	6020	5560	4990	4770	5290
1986	1	3640	3670	2900	3290	3660
	2	2510	3320	2170	2220	2310
	3	2450	3100	2060	1890	2660
	4	3370	3510	3180	3530	3370
	5	4060	3590	3360	3410	3890
	6	4750	4510	5020	5440	4590

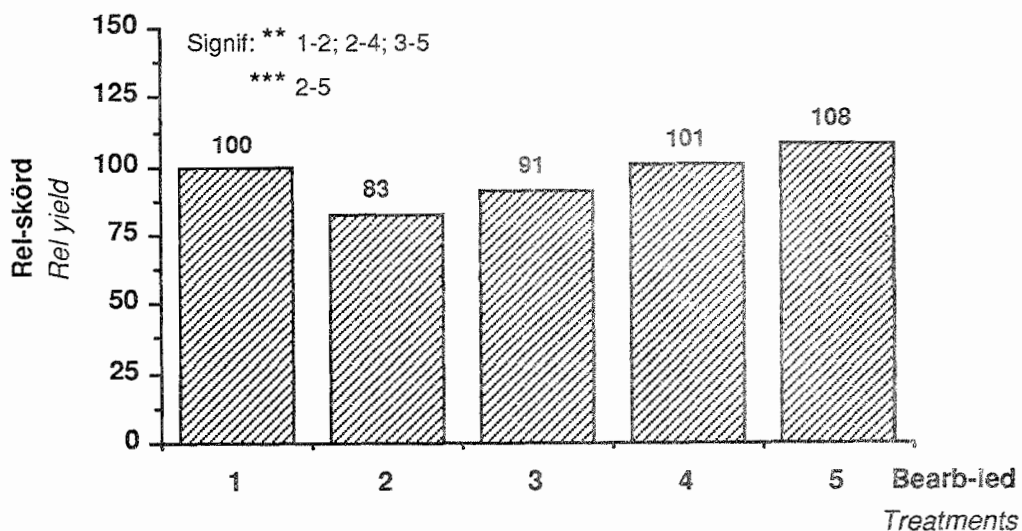
OM = Organiskt material/Organic matter

Signifikansnivåer (Significance levels):
 o) 0,1 >P> 0,05
 *) 0,05 >P> 0,01
 **) 0,01 >P> 0,001
 ***) P< 0,001



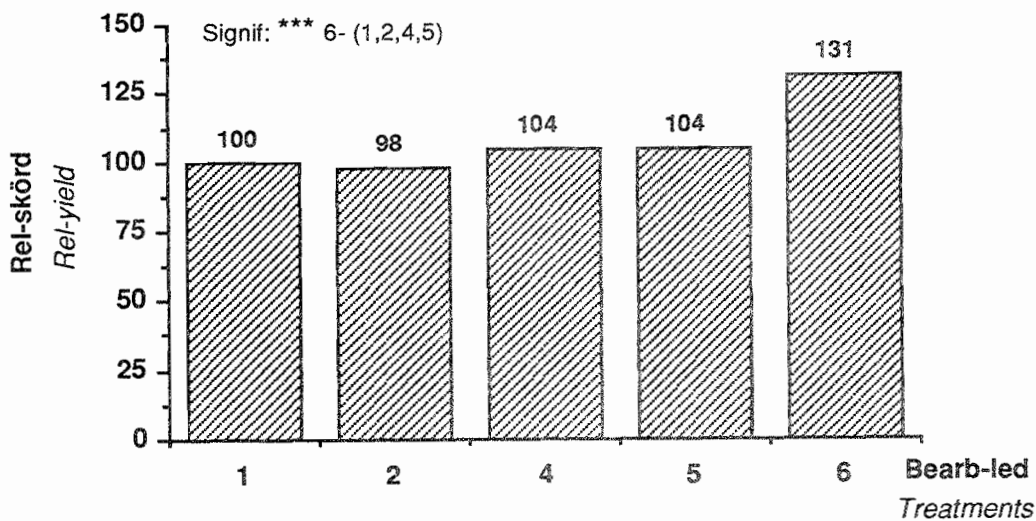
Figur 16. Finnbo 1984-86. Jordbearbetningsförsöket. Se tab 26 för förklaring av led 1-6.

Figure 16. Finnbo 1984-86. Cultivation trial. See Table 26 for explanation of treatments 1-6.



Figur 17. Finnbo 1983-86. Jordbearbetningsförsöket. Se tab 26 för förklaring av led 1-5.

Figure 17. Finnbo 1983-86. Cultivation trial. See Table 26 for explanation of treatments 1-5.



Figur 18. Finnbo 1982, 1984-86. Jordbearbetningsförsök. Se tab 26 för förklaring av led 1-6.

Figure 18. Finnbo 1982, 1984-86. Cultivation trial. See Table 26 for explanation of treatments 1-6.

Det är tydligt att halmtäckning resp lättharvning strax efter sådd inte har uppfyllt förväntningarna. Dels är dessa åtgärder kostsamma och dels ligger avkastningen i dessa led en bra bit under avkastningen i konventionellt brukade led. Vårplöjning och plöjningsfri odling har gått bra alla år. Dessa metoder kan med fördel praktiseras i områden med likartade betingelser (jordart, klimat, m m). Mycket hög avkastning kan noteras i det försöksled där 10 ton CaO/ha tillfördes. Detta led var överlägset alla övriga bearbetningsled. Klart signifikanta skillnader föreligger mellan leden (se fig 16-18).

Utöver skörden gjordes även planträkningar i vissa försöksled, för att se om skillnader i uppkomsthastigheten förelåg (tab 28). Planträkning genomfördes endast de tre sista försöksåren, då alla grundförbättringarna var utförda. Från jordbearbetningsleden "höstplöjning" och "höstplöjning + marktäckning" saknas uppgifter, dels beroende på att inga planträkningar utfördes i ledet höstplöjning (växtföljdsavdelningens led), och dels att det i ledet höstplöjning + marktäckning var näst intill omöjligt att utföra en rättvisande planträkning pga halmtäcket.

Tabell 28. Finnbo. Planträkning (antal plantor/0,25 m²) i de enskilda rutorna, 1984-86. Se tabell 26 för förklaring av jordbearbetningsleden 3-6
Table 28. Finnbo. Plant establishment (no. of plants/0.25 m²) in the cultivation trial, 1984-86. See Table 26 for explanation of cultivation treatments 3-6

Grundförbättringsåtgärd/Soil improvement treatment								
År	Jordbearbetningsled Cultivation treatment	Obehandlat Control	OM i matjord OM in topsoil	Djupplöjn. + OM i hela profilen Deep plowing + OM in profile	Djupplöjning Deep plowing	Luckring i alven Sub-soiling	M-tal Mean	Rel-tal Rel. value
1984	3	69	48	58	61	61	67,0	100
1985	3	99	67	97	90	91		
1986	3	66	40	63	43	52		
1984	4	64	61	62	67	69	76,7	115
1985	4	110	107	113	107	109		
1986	4	69	52	56	55	50		
1984	5	71	65	61	67	68	76,6	114
1985	5	103	109	106	103	105		
1986	5	71	56	54	63	48		
1984	6	82	99	80	88	96	91,1	136
1985	6	112	112	113	110	110		
1986	6	65	84	81	73	61		
M-tal/Mean		81,7	75,0	78,7	77,3	76,7		
Rel-tal/Rel. values		100	92	96	94	94		

Ej signifikant/N.S.

OM = Organiskt material/Organic matter

Skörderesultat - växtnäring

I växtnäringsdelen av detta försök prövades liksom på Igelsta tre kvävegödslingsnivåer, 0N, 60N och 120N, kg/ha givet som kalkkammonsalpeter. Hela försöket grundgödslades varje år med lämplig mängd PK 7-13. Led 60N utfördes gemensamt med växtföljds- och jordbearbetningsavdelningarna.

År 1984 låg skörden på en acceptabel nivå men de andra åren var skördenivån låg. Medelfelet var, liksom på Igelsta, högt alla år och härvid spelade säkert grundförbättringsåtgärderna en viss roll.

För nivellering av oljeväxtskördarna till skörd av stråsåd användes faktorn 2,80. I tabell 29 redovisas de nivellerade skördarna. Grundförbättringsledet med luckring under normalt plöjningsdjup redovisas endast för åren 1984-86.

Tabell 29. Finnbo. Skörd i obehandlat led samt skördeökning resp minskning i grundförbättrade led uttryckt som nivellerad skörd, kg/ha perioden 1981-86 för de tre kvävenivåerna

Table 29. Finnbo. Crop yield (1981-86) in control plot and increases/decreases in soil improved plots for each of the nitrogen fertilization level. Figures in levelled yield, kg per hectare

Kvävegöds- lingsled	Grundförbättringsåtgärd Soil improvement treatment				
	Obehand- lat	OM i matjord	Djupplöjn. + OM i hela profilen <i>Deep plowing</i>	Djup- plöjning	Luckring i alven
Nitrogen level	Control	OM in topsoil	+ OM in profile	Deep plowing	Sub- soiling
0N	2360	-350	-860*	-640	-320
60N	4260	- 40	-630	-380	-480
120N	5180	-360	-520	-520	+330*

OM = Organiskt material/Organic matter * P=0,05

Endast två effekter i försöket var för hela perioden statistiskt signifikanta. Den första, en skördeminskning på 860 kg/ha när man djupbearbetade och tillförde organiskt material utan att samtidigt tillföra något kväve, var säkerligen en följd av att kvävet i matjordslagret inte räckte till för det organiska materialets nedbrytning och det blev då grödan som fick

lida brist, inte mikroberna som bröt ned materialet. Det är ett välkänt faktum att grödan inte kan konkurrera med mikroorganismerna om kvävet i en sådan bristsituation. Den andra signifikanta effekten var en skördeökning för luckring 26-47 cm djup vid högsta N-nivån. Här fanns dock bara tre observationer och materialet därför för litet för att säkert avgöra effekten av åtgärden.

I det allmänna avsnittet för Finnboförsöket presenterades i tabell 22 kemiska jordanalyser från år 1985. I växtnäringsdelen av försöket togs jordprover också vid starten hösten 1981 från matjord och alv. Resultaten av dessa analyser överensstämmer i stort med analysen från år 1985. Dock var Mg-innehållet lägre 1981 i både matjord och alv.

På kärnskördarna gjordes varje år ledvisa kväveanalyser. I de led som erhöll den högsta kvävegivan var kvävehalterna i skörden regelmässigt högst. Värdena höll sig inom det brukliga intervallet, som lägst ungefär 1,6 % medan de högsta värdena låg på ca 2,2 % N. Vissa år, t ex 1984 då skördenivån var hög, var halterna överlag låga medan de för 1982, ett år med låg skördenivå, var lite högre.

Skörderesultat - växtföljder

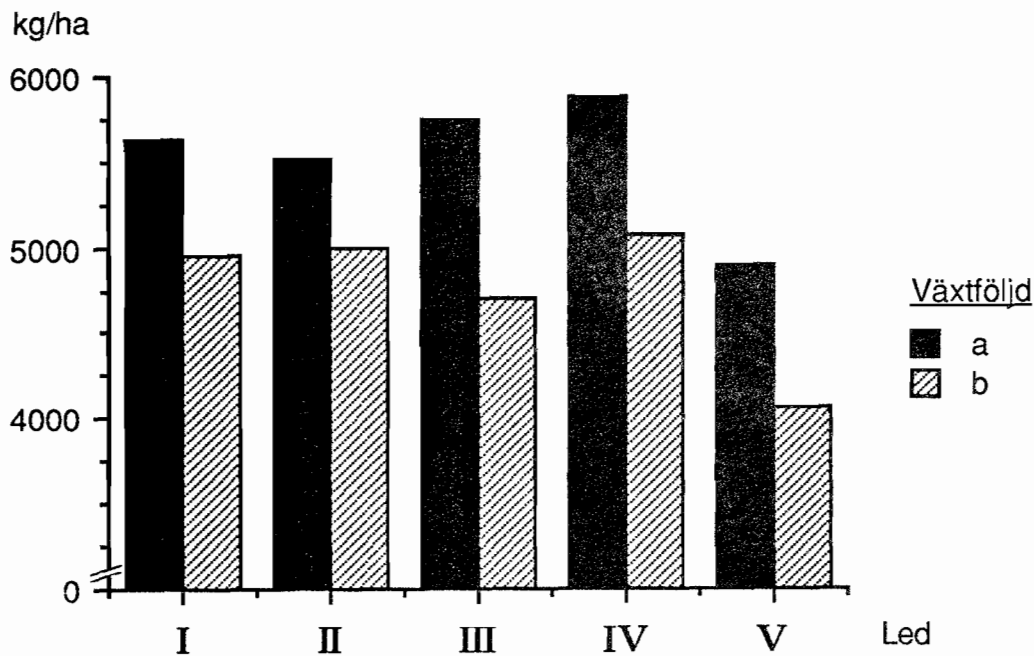
På försöksplatsen i Finnbo jämfördes två olika växtföljds kombinationer enligt försöksplanen i tabell 30. Den ena växtföljden innehöll en tvåårig vall bestående av rödklöver, timotej och ängssvingel samt i övrigt korn och havre. Den andra växtföljden innehöll korn, havre samt vårrybs. Dessa båda kombinationer upprepades i två omgångar med ett års fasförskjutning i tiden.

Tabell 30. Försöksplan för växtföljdsförsöket i Finnbo

Table 30. Treatment design for the crop rotation experiment at Finnbo. Korn (ins) = Barley (re-seed), Vall = Ley, Havre = Oats, Vårrybs = Spring turnip rape

År	Växtföljd/Crop rotation					
	a	b	c	d	e	f
1981	Korn+ins	Korn	Havre	Vårrybs	Korn	Havre
1982	Vall I	Havre	Korn+ins	Korn	Havre	Vårrybs
1983	Vall II	Vårrybs	Vall I	Havre	Korn+ins	Korn
1984	Korn	Korn	Vall II	Vårrybs	Vall I	Havre
1985	Havre	Havre	Korn	Korn	Vall II	Vårrybs
1986	Korn	Korn	Havre	Havre	Korn	Korn

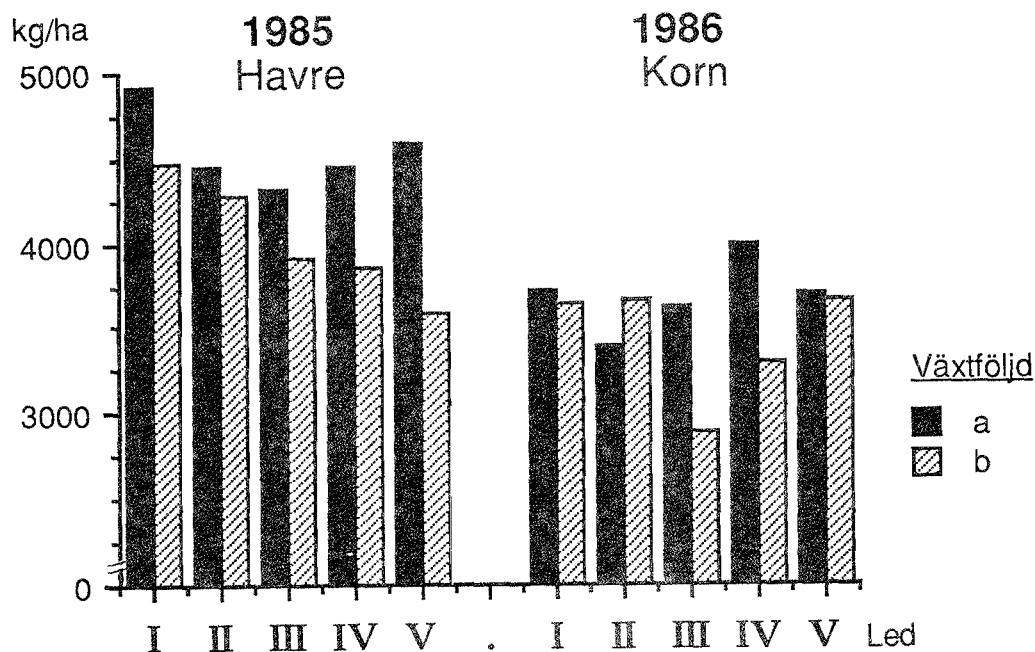
De olika växtföljdernas betydelse kan jämföras med början år 1984. Detta år gav korn odlat i vallväxtföljden den klart högsta skörden i alla bearbetningsled (fig 19). Det bör nämnas att alvluckringen i led V utfördes i september 1983. Övriga bearbetningsåtgärder skedde vid försökets start. Både i växtföljd a och b reagerade kornet negativt på den nyligen utförda alvluckringen.



Figur 19. Skörd av korn 1984 (15 % vattenhalt) i Finnbo i växtföljderna a och b.

Figure 19. Yield of barley 1984 (15 % water content) at Finnbo in crop rotations a and b.

Även i 1985 års havregröda var skördarna genomgående högst i växtföljd a, med vall II som för-förfrukt (fig 20). I båda växtföljderna gav det obehandlade grundbearbetningsledet den högsta skörden.

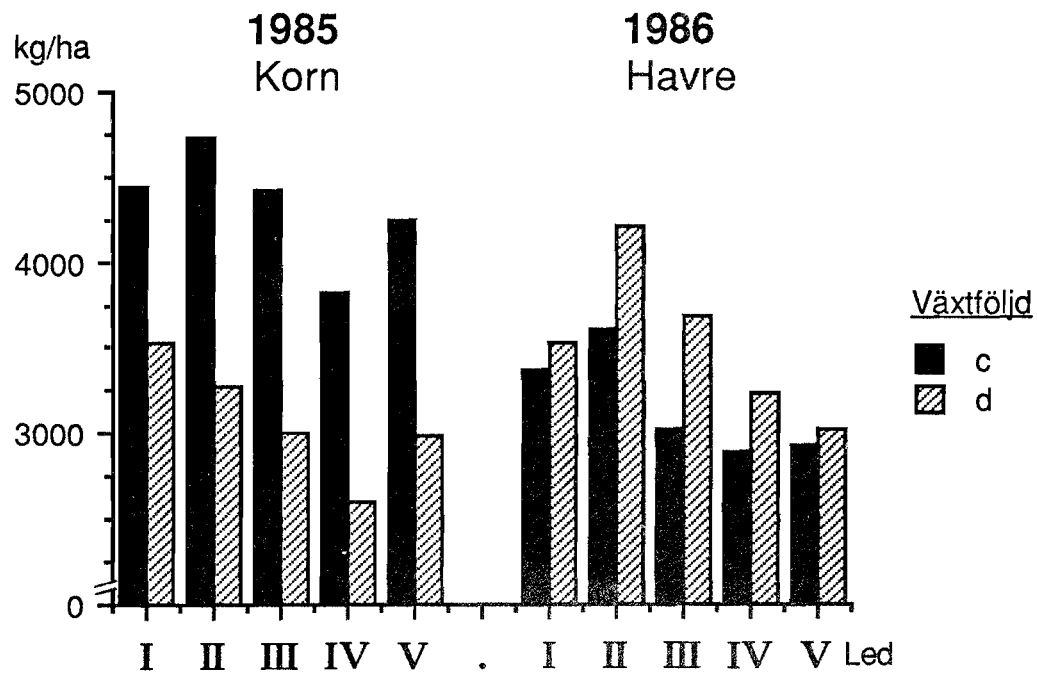


Figur 20. Skörd av havre 1985 och korn 1986 (15 % vattenhalt) i Finnbo i växtföljderna a och b.

Figure 20. Yield of oats (Havre) 1985 and barley (Korn) 1986 (15 % water content) at Finnbo in crop rotations a and b.

Den sista grödan i växtföljderna a och b var korn år 1986. Vallväxtföljdens överlägsenhet var mindre markant jämfört med de båda föregående åren. I bearbetningsled II (organiskt material i matjorden) gav t o m växtföljden utan vall det bästa resultatet (fig 20).

Vallens positiva inverkan i växtföljden på denna försöksplats framhövdes med ännu större tydlighet vid en jämförelse mellan växtföljderna c och d i 1985 års "testgröda" korn (fig 21). Av någon anledning upprepades denna överlägsenhet inte i den efterföljande havregrödan 1986, utan istället uppvisade den vallfria växtföljden det bästa resultatet detta år.



Figur 21. Skörd av korn 1985 och havre 1986 (15 % vattenhalt) i Finnbo i växtföljderna c och d.

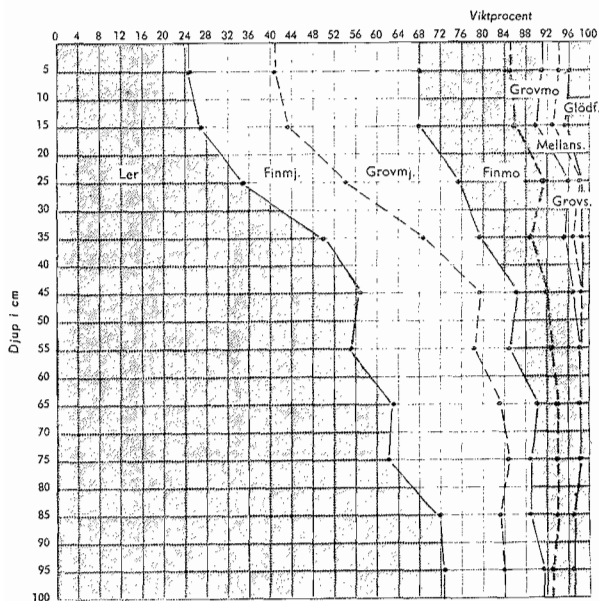
Figure 21. Yield of oats (Havre) 1985 and barley (Korn) 1986 (15 % water content) at Finnbo in crop rotations c and d.

BRYNGELSRUD, Värmlands län. Försöket anlagt hösten 1980 (grundåtgårderna utom led V som utfördes hösten 1983).

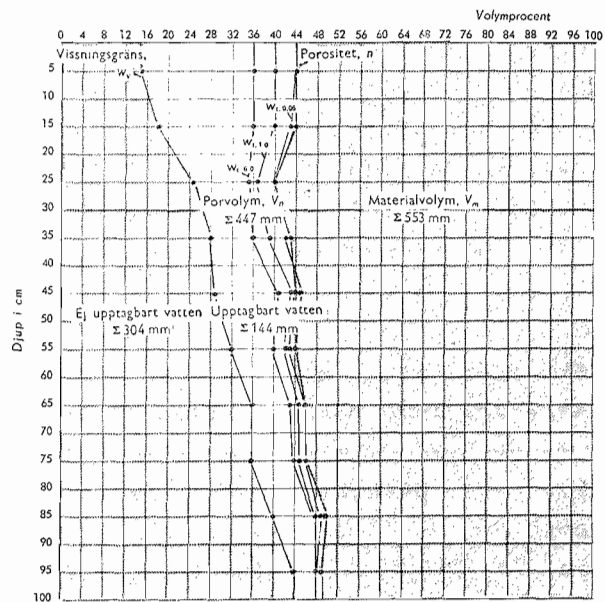
Försökswärd: Tore Olsson, Höjen, Kil.

Beskrivning av jordprofilen

Jordens mekaniska sammansättning redovisas i figur 22. Matjorden består av en något mullhaltig mjällig mellanlera. Lerhalten ökar snabbt vid övergången till alven och jordarten är redan på 30 cm djup styv lera och på 60 cm djup mycket styv lera. Det stora inslaget av mjåla gör matjorden mycket slammingsbenägen.



Figur 22. Kornstorleksfördelning och glödningsförlust. Bryngelsrud 1980.
Figure 22. Textural analysis and loss on ignition. Bryngelsrud 1980.



Figur 23. Volymförhållanden och tensionskurvor. Bryngelsrud 1980.
Figure 23. Volume relations and tension curves. Bryngelsrud 1980.

Porositeten varierar mellan 44 % i matjorden, något lägre i plogsulan och något högre i alvens nedre del (fig 23). Jorden är mycket tät med en stor andel fina porer. Vattnet är extremt hårt bundet speciellt i alven. Vattenhalten vid vissningsgränsen är relativt låg i matjorden men ökar snabbt med djupet och är så hög som 44 % i skiktet 90-100 cm. Vid 1 meters dränering är mängden tillgängligt vatten i profilen 132 mm. Bristen på luft i den täta alven gör att man inte kan förvänta sig någon betydande rotutveckling djupare än 50 cm. Mängden för växterna åtkomligt vatten blir då bara 87 mm. Genomsläpligheten är extremt låg i nästan hela alven (tab

31) vilket kan leda till vattenmättnad och syrebrist vid kraftiga regn.

Tabell 31. Några fysikaliska data för profilen Bryngelsrud 1980

Table 31. Some physical data of the profile Bryngelsrud 1980

Djup Depth (cm)	Torr skrymdensitet Dry bulk density (g/cm ³)	Kompaktdensitet Particle density (g/cm ³)	Genomsläpplighet för vatten Saturated hydraulic conductivity efter/after 1 h efter/after 24 h (mm/h) (mm/h)	
0-10	1,42	2,55	330	207
10-20	1,44	2,55	84	108
20-30	1,60	2,65	2,1	4,6
30-40	1,55	2,70	7,2	2,1
40-50	1,50	2,69	6,9	10,0
50-60	1,53	2,70	0,25	0,08
60-70	1,45	2,69	0,08	0,08
70-80	1,47	2,70	0,00	0,00
80-90	1,38	2,70	0,16	0,08
90-100	1,40	2,69	0,49	0,25

Tabell 32. Några kemiska data för profilen Bryngelsrud 1980

Table 32. Some chemical data of the profile Bryngelsrud 1980

Djup Depth (cm)	pH(H ₂ O)	P-AL	K-AL	K-HCl	Mg-AL	Cu-HCl	B
		(mg/100 g lufttorr jord, mg/100 g air dry soil)					
Matjord Topsoil	6,2	3,7	11,8	145	15,0	9,2	0,4
Alv Subsoil	6,4	2,6	6,8	210	43,0	13,4	0,1

Fosforinnehållet är lågt men kaliumvärdena är något bättre. Någon magnesium- eller kopparbrist föreligger ej. Kvoten K-AL/Mg-AL är något ogynnsam.

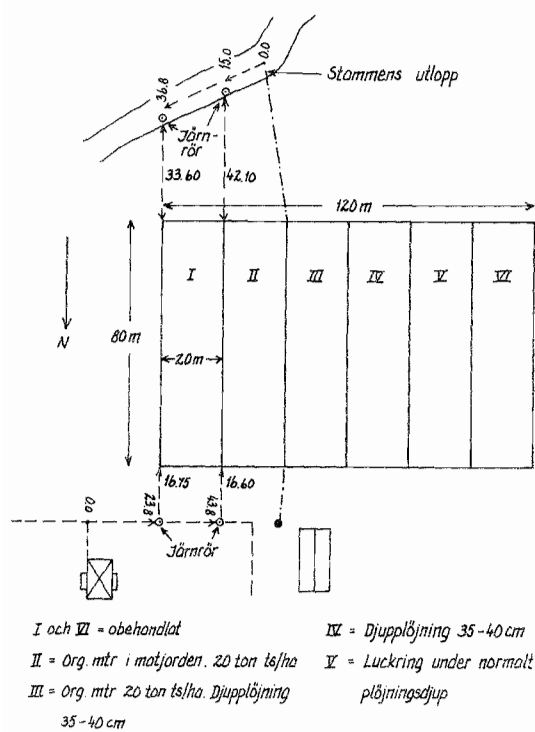
Nederbörd

Tabell 33. Nederbörden 1981-85 samt normalnederbörden (1951-80) vid mätstationen 9324 Varpnäs (SMHI), *1986 mätstationen 9344 Östra Ämtervik

Table 33. Precipitation 1981-85 and mean values (1951-80) at the 9324 Varpnäs recording station, *1986 recording station 9344 Östra Ämtervik (Swedish Meteorological and Hydrological Institute)

Nederbörd i mm / Precipitation in mm													
År Year	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Hela året All year
1981	12	10	51	4	33	143	62	17	41	85	94	56	608
1982	18	21	39	23	78	32	30	77	56	55	100	42	571
1983	39	19	42	60	104	37	30	0	135	62	15	81	625
1984	68	12	21	21	27	64	28	15	117	119	72	40	604
1985	16	21	93	57	25	77	71	147	103	39	47	72	768
1986*	56	2	55	72	42	26	95	139	53	48	82	78	747
Normal	47	35	31	39	47	47	71	85	67	70	76	50	665

Fältplan



Figur 24. Fältplan Bryngelsrud, grundåtgärder.

Figure 24. Field experimental design Bryngelsrud, main plots. I and VI = Control, II = Organic material mixed into the topsoil, III = Deep plowing (40 cm) + org. mat. in the whole profile, IV = Deep plowing (40 cm), V = Subsoiling (Plowing, 0-23 cm + subsoil cultivation, 24-41 cm, carried out in 1983 with a Wye Double digger). The organic material is a mixture of 1/3 sewage sludge and 2/3 bark given as a dosage of 20 000 kg dry matter per hectare.

Det organogena materialet tillfördes före djupplöjningen. Luckringen under normalt plöjningsdjup utfördes hösten 1983. Led V plöjdes till 23 cm och luckrades i skiktet 24-41 cm genom fräsning.

Skörderesultat - grundåtgärder

Ett av leden i växtföljdsdelen användes som jämförelseled för övriga avdelningar men också till att bedöma effekterna av grundåtgärderna. I tabell 34 finns en sammanställning över jämförelseledets gröda samt så- och skördetidpunkter för hela försöksperioden. Kvävegödselgivan hölls medvetet låg (60 kg N per hektar) för att undvika liggsäd i försöket. Grödan var 1983 och 1986 så dålig att dessa års resultat ej medtagits i sammanställningen.

Tabell 34 Sammanställning över jämförelseledets gröda samt så- och skördetidpunkter vid Bryngelsrud

Table 34. Crop, sowing time and harvesting time for the plots used for comparison between soil improvement treatments at Bryngelsrud

År	Gröda	Såtidpunkt (datum)	Skördetidpunkt (datum)
Year	Crop	Sowing time (date)	Harvesting time (date)
1981	Korn/Barley	05-15	09-04
1982	Havre/Oats	05-14	09-05
1983	Vårrybs/Spring turnip rape	06-08	09-25*
1984	Korn/Barley	05-10	08-31
1985	Havre/Oats	05-20	09-23
1986	Korn/Barley	05-20	09-23*

* 1983 och 1986 års resultat uteslöts pga missväxt

* The yields of 1983 and 1986 were eliminated due to crop failure

Tabell 35. Bryngelsrud. Skörderesultat (kg/ha) åren 1981-82 och 1984-85 för de grundförbättrade leden I-V, led V endast 1984-85 (se figur 4 för förklaring av försökleden I-V)

Table 35. Bryngelsrud. Yields (1981-82 and 1984-85), main plots I-V, plot V results only from 1984-85 (see Figure 4 for explanation of I-V). Figures in levelled yield, kg per hectare

I	II	III	IV	V
3324 ^a	3648 ^a	3220 ^a	2992 ^a	3705 ^a

(a) Led med samma bokstav är ej signifikant skilda från varandra.

(a) Means with the same letter are not significantly different.

Led II med inblandning av organiskt material i matjorden har haft en viss positiv effekt på skörden (tab 35) medan övriga grundåtgärder hade negativ inverkan på skörden. Effekterna var små och inget av utslagen signifikanta.

Skörderesultat - jordbearbetning

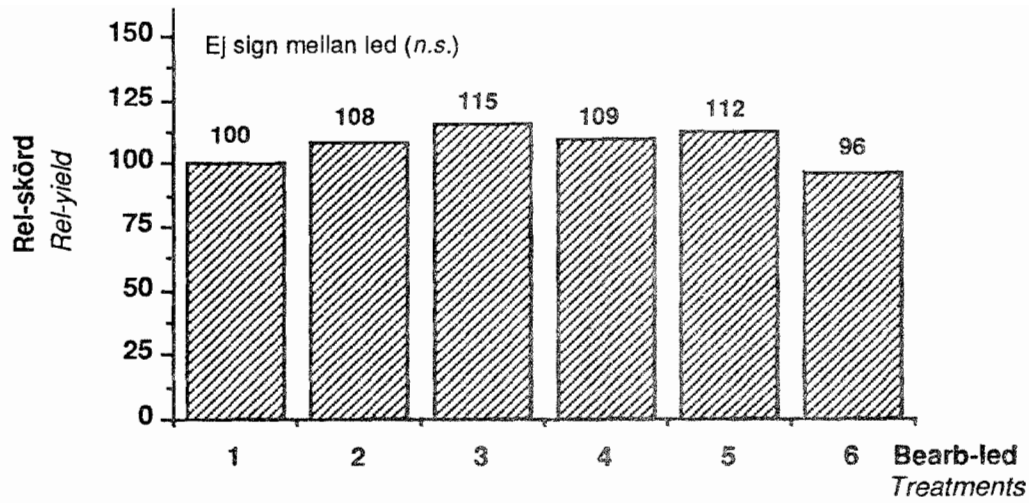
För beskrivning av försöksplan och behandlingsåtgärder hänvisas till försöket på Finnbo eftersom försöken var identiska.

Tabell 36. Bryngelsrud. Årsvis avkastning, kg/ha, i de enskilda rutorna i jordbearbetningsförsöket. Se tabell 26 för beskrivning av försöksled 1-6
Table 36. Bryngelsrud. Annual yields in the sub plots of the cultivation trial. See Table 26 for explanation of treatments 1-6. Figures in kg per hectare

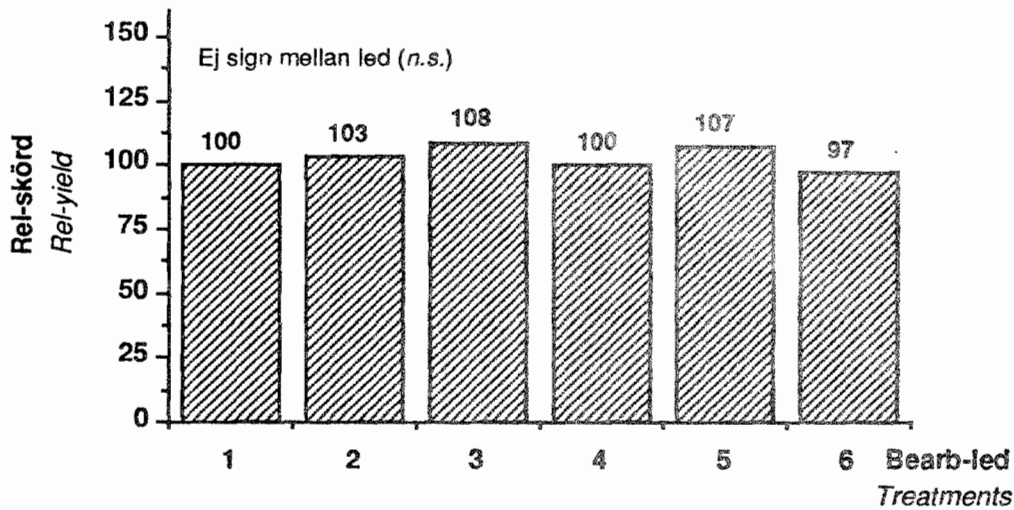
År	Jordbearbetningsled <i>Cultivation treatment</i>	Grundförbättringsåtgärd/ <i>Soil improvement treatment</i>				
		Obehandlat <i>Control</i>	OM i matjord <i>OM in topsoil</i>	Djupplöjn. + OM i hela profilen <i>Deep plowing + OM in profile</i>	Djup plöjning <i>Deep plowing</i>	Luckring i alven <i>Sub-soiling</i>
1981	1	4370	4680	4110	3440	-
	2	3100	3700	2520	1990	-
	3	3720	4500	3770	3030	-
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	3800	4750	3590	2590	-
1982	1	1890	2210	1650	1350	-
	2	1640	1690	1550	1130	-
	3	1780	1670	1340	1250	-
	4	1400	1320	1140	1060	-
	5	1810	1240	1520	1790	-
	6	1840	2430	1910	1650	-
1984	1	4180	4080	3750	3960	4440
	2	3110	4470	4210	3510	4140
	3	3960	4280	4130	3930	4780
	4	4000	3750	4070	3590	4600
	5	4100	4820	4200	3780	4710
	6	4700	4790	4530	3840	5570
1985	1	2870	3620	3370	3220	2970
	2	3730	4570	3820	3860	4010
	3	3750	4710	4250	4020	4150
	4	4030	4160	3780	3790	3830
	5	3760	4280	3840	3410	4090
	6	2410	2700	2340	1860	2130

OM = organiskt material/*Organic matter*

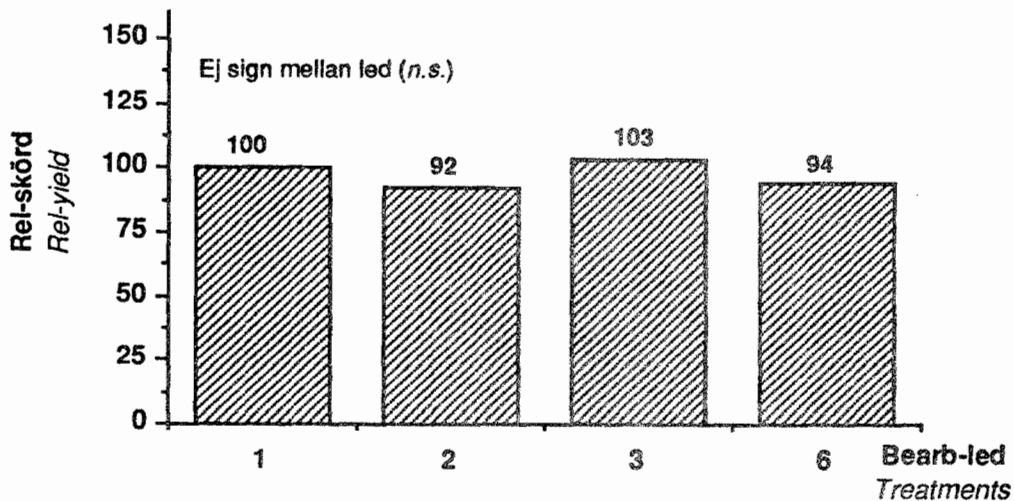
Av samma orsak som i försöket på Finnbo kunde en del av behandlingarna enligt försöksplanen inte genomföras vid försöksstarten, men blev genomförda inför skördeår 1984. Av denna anledning redovisas resultaten i flera figurer beroende på vilka försöksled som kan jämföras samma år. Figur 25-27 visar resultaten av de olika bearbetningarna.



Figur 25. Bryngelsrud 1984-85. Jordbearbetningsförsök. Se tab 26 för förklaring av led 1-6.
 Figure 25. Bryngelsrud 1984-85. Cultivation trial. See Table 26 for explanation of treatments 1-6.



Figur 26. Bryngelsrud 1982, 1984-85. Jordbearbetningsförsök. Se tab 26 för led 1-6.
 Figure 26. Bryngelsrud 1982, 1984-85. Cultivation trial. See Table 26 for treatments 1-6.



Figur 27. Bryngelsrud 1981-82, 1984-85. Jordbearbetningsförsök. Se tab 26 för led 1-6.
 Figure 27. Bryngelsrud 1981-82, 1984-85. Cultivation trial. See Table 26 for treatments 1-6.

I motsats till resultaten från Finnbo ligger avkastningen för alla bearbetningsled över mätarledets avkastning. Även resultatet för det kalkade ledet visar anmärkningsvärt nog helt motsatta förhållanden jämfört med Finnbo-försöket, dvs kalkningen har på Bryngelsrud varit negativ. Ingen signifikant skillnad föreligger dock mellan leden.

Tabell 37. Bryngelsrud. Planträkning (antal plantor/0,25 m²) i de enskilda rutorna, 1984-85. Se tabell 26 för förklaring av jordbearbetningsleden 3-6
 Table 37. Finnbo. Plant establishment (no. of plants/0.25 m²) in the cultivation trial, 1984-85. See Table 26 for explanation of cultivation treatments 3-6

Grundförbättringsåtgärd/Soil improvement treatment								
År	Jordbearbetningsled Cultivation	Obehandlat Control	OM i matjord OM in topsoil	Djupplöjn. + OM i hela profilen Deep plowing + OM in profile	Djupplöjning Deep plowing	Luckring i alven Sub-soiling	M-tal Mean	Rel-tal Rel. value
1984	3	46	47	46	52	54		
1985	3	75	84	112	82	102	70,0	100
1984	4	44	56	57	52	57		
1985	4	98	88	73	84	86	69,5	99
1984	5	49	60	72	69	65		
1985	5	82	69	84	80	73	70,3	100
1984	6	51	55	48	48	45		
1985	6	62	73	55	55	57	54,9	78
M-tal/Mean		63,4	66,5	68,4	65,3	67,4		
Rel-tal/Rel. values		100	105	108	103	106		
Ej signifikant/N.S.								

OM = Organiskt material/Organic matter

Skörderesultat - växtnäring

I försökets växtnäringsdel prövades på Bryngelsrud samma tre kvävegödslingsnivåer som på Igelsta och Finnbo, nämligen 0N, 60N och 120N, kg/ha som kalkammonsalpeter. Ett led, 60N, var liksom på Finnbo gemensamt för avdelningarna för växtföljder, jordbearbetning och växtnäring.

Grundförbättringsledet "luckring i alven" redovisas endast för åren 1984-85. Oljeväxterna och kornet som odlades 1983 respektive 1986 på Bryngelsrud gav så låga skördar att de ej medtogs i sammanställningen. Medelfelet låg högt - runt 20 % varje år utom åren 1984 och 1985 då det var lägre. Bryngelsrud grundgödslades varje år med PK 7-13.

Skördenivån var lägre i jämförelse med de två andra försökens. Torkan i förening med den täta jorden var den viktigaste orsaken till att skörden blev så låg 1983 och 1986. pH-värden och växtnäringshalten i matjord och alv (tabell 32 i allmänna delen) gav ingen anledning att misstänka att brist på något växtnäringsämne i jorden orsakade missväxten.

Påverkade då kvävegödslingen effekten av grundförbättringsåtgärderna? Ett studium av tabell 38 kanske kan ge svaret.

Tabell 38. Bryngelsrud. Skörd i obehandlat led samt skördeökning resp minskning i grundförbättrade led uttryckt som skörd av kärna, kg/ha, 1981-82 och 1984-85 för de tre kvävenivåerna

Table 38. Bryngelsrud. Crop yield (1981-82 and 1984-85) in control plot and increases/decreases in soil-improved plots for each of the nitrogen fertilization levels. Figures in kg grain per hectare

Grundförbättringsåtgärd / Soil improvement treatment					
Kvävegöds- lingsled	Obehand- lat	OM i matjord	Djupplöjn.	Djup- plöjning	Luckring i alven
			+ OM i hela profilen <i>Deep plowing</i>		
Nitrogen level	Control	OM in topsoil	+ OM in profile	Deep plowing	Sub- soiling
0N	1670	+550	-320	-510	+390
60N	3330	+320	-110	-330	+370
120N	4040	+110	-240	-480	+450

OM = Organiskt material/Organic matter

De två grundförbättringsåtgärder som gav bäst resultat i försöket på Finnbo, nämligen organisk tillförsel i matjorden eller luckring 40-60 cm var också bäst i Bryngelsrud. Ehuru ingen positiv effekt var signifikant fanns en klart positiv tendens. På Bryngelsrud eller Igelsta kunde inte den konkurrens om kvävet mellan mikrober och grödor registreras som beskrevs i avsnittet om försöket på Finnbo. Dock skall än en gång påpekas att effekterna på Bryngelsrud i tabell 38 är statistiskt osäkra.

Slutligen redovisas ledvisa matjordsanalyser för försöket på Bryngelsrud i tabell 39. I jämförelse med de ursprungliga värdena (se allmänna delen tabell 32) ökade P-AL-värdet markant mellan år 1980 och 1986 i ledet "organiskt material tillfört i matjorden". I övrigt ägde inga större förändringar rum.

Tabell 39. Bryngelsrud. Ledvisa jordanalyser i matjord hösten 1986 efter försökets avslutning

Table 39. Bryngelsrud. Soil analyses of the topsoil for the soil improvement treatments in the autumn of 1986

Grundförbättringsåtgärd <i>Soil improvement</i>	Kemiska analyser/ <i>Chemical analysis</i>					
	pH-värde	P-AL	K-AL	Mg-AL	B	Cu-HCl
Obehandlad <i>Control</i>	6,4	4,4	10,4	11,9	0,4	10,5
OM i matjord <i>OM in topsoil</i>	6,3	9,0	10,9	13,4	0,4	13,5
Djupplöjning + OM i profilen <i>Deep plowing + OM in profile</i>	6,2	5,2	9,6	13,8	0,3	11,5
Djupplöjning <i>Deep plowing</i>	6,2	3,7	9,5	12,3	0,3	10,0
Luckring i alven <i>Subsoiling</i>	6,3	3,5	13,5	13,3	0,4	12,5

OM = Organiskt material/*Organic material*

B = Bor extraherat med vatten/*Boron extracted with boiling water*

Vad beträffar kvävehaltsbestämningarna i kornkärnan var 1982 ett undantagsår. Det året noterades de högsta kvävehalterna genomgående i de led som fått 60N kg/ha. Någon nära till hands liggande förklaring stod ej att få och halterna de andra tre åren var de väntade, dvs 120 kg kväve gav de högsta halterna.

Skörderesultat - växtföljder

Utformningen av växtföljderna följde samma principer i Bryngelsrud som i Finnbo. Växtföljderna a och b (med respektive utan vall) upprepades i tre omgångar med ett års fasförskjutning i tiden (växtföljd c och d respektive e och f) enligt försöksplanen i tabell 40.

Tabell 40. Försöksplan för växtföljdsförsöket i Bryngelsrud

Table 40. Treatment design for the crop rotation experiment at Bryngelsrud. Korn (ins) = Barley (re-seed), Vall = Ley, Havre = Oats, Vårrybs = Spring turnip rape, Vårraps = Spring rape

År Year	Växtföljd/Crop rotation					
	a	b	c	d	e	f
1981	Korn+ins	Korn	Havre	Vårrybs	Korn	Havre
1982	Vall I	Havre	Korn+ins	Korn	Havre	Vårrybs
1983	Vall II	Vårraps	Vall I	Havre	Korn+ins	Korn
1984	Korn	Korn	Vall II	Vårrybs	Vall I	Havre
1985	Havre	Havre	Korn	Korn	Vall II	Vårrybs
1986	Korn	Korn	Havre	Havre	Korn	Korn

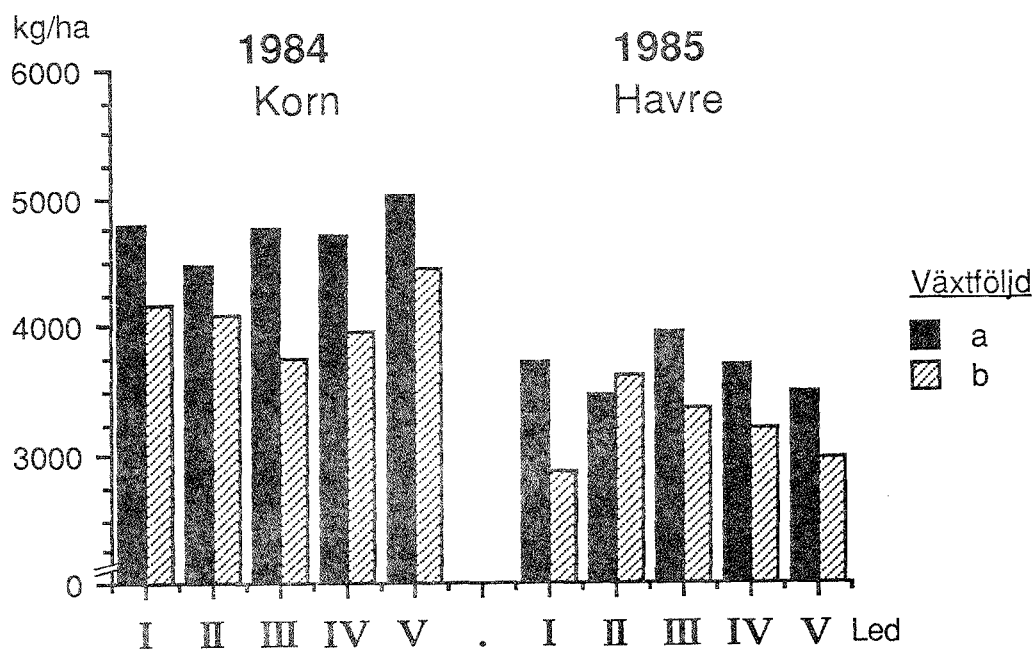
År 1984 kunde för första gången de båda växtföljderna jämföras med korn som "testgröda" och med vall II och vårrybs som direkta förfrukter. I figur 28 visas kornskördarna indelade efter grundförbättringsåtgärd.

Korn efter vall gav vid alla jämförelser bäst resultat. Kornet odlat i växtföljden utan vall (b) nådde inte i något bearbetningsled upp till den kornskörd i vallväxtföljden som gav sämst resultat.

I figur 28 visas även skördarna i havre år 1985 med vall och vårrybs som för-förfrukter. Havren i vallväxtföljden gav bäst skörd i 4 av de 5 bearbetningsleden. Det var endast i led II (organiskt material i matjorden) som havren odlad i växtföljden utan vall gav ett bättre resultat.

Kornskördarna år 1986 i växtföljderna a och b låg på en mycket låg skördenivå (under 1000 kg/ha) pga torkskador. Resultaten kommenteras därför inte i denna sammanställning.

Det bör observeras att alvluckringen i bearbetningsled V utfördes hösten 1983 medan de övriga bearbetningsmomenten utfördes i samband med försökets start. Detta kan vara en bidragande orsak till den höga skördenivån i led V i korngrödan 1984 (se figur 28).



Figur 28. Skörd av korn 1984 och havre 1985 (15 % vattenhalt) i Bryngelsrud i växtföljderna a och b.

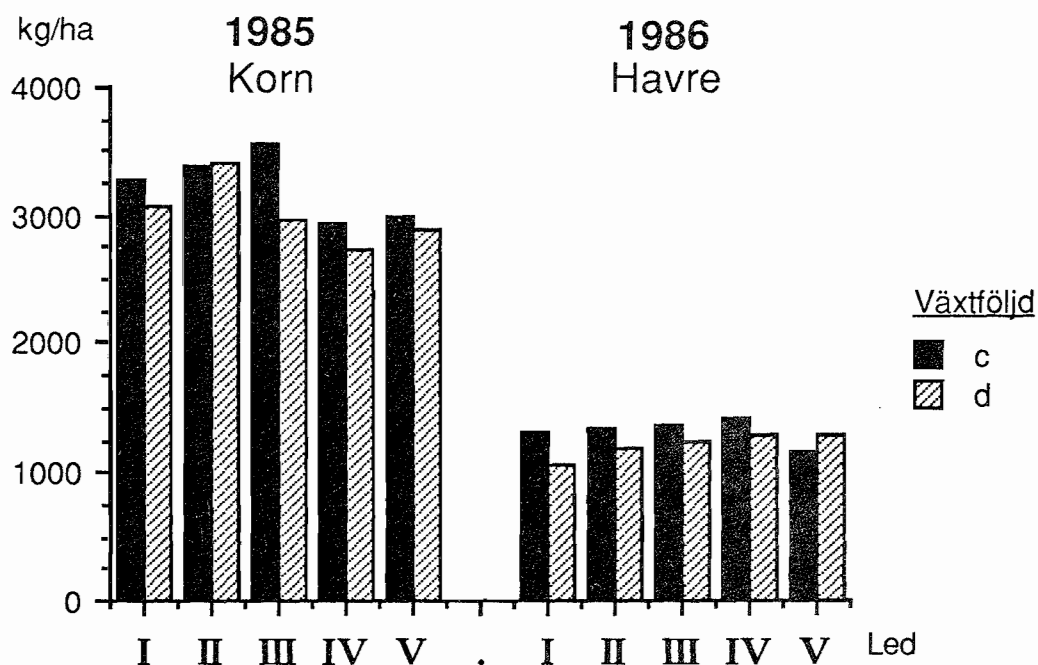
Figure 28. Yield of barley 1984 and oats 1985 (15 % water content) at Bryngelsrud in crop rotations a and b.

Med en framflyttning av grödordningen ett år utfaller nästa jämförelse mellan de olika växtföljderna år 1985 med korn som "testgröda". Det bör noteras att den tilltänkta andraårsvallen kördes upp i en av rutorna i samband med den avlucckring som utfördes hösten 1983. Istället vårsåddes en ettårsvall 1984, vilken således utgjorde den direkta förfrukten i växtföljd c, bearbetningsled V.

Kornets avkastning 1985 var i 4 jämförelser av 5 högst i vallväxtföljden (c) (fig 29). Vallens förfruktsinverkan var dock i regel mindre överlägsen i denna korngröda jämfört med 1984 års kornskördar. Det var endast i ledet med tillfört organiskt material i matjorden (led II) som kornet i den vallfria växtföljden kunde hävda sig.

Året därefter, 1986, odlades havre i växtföljderna c och d. Som tidigare nämnts drabbades försöket av torka under detta år och skördenivån blev låg

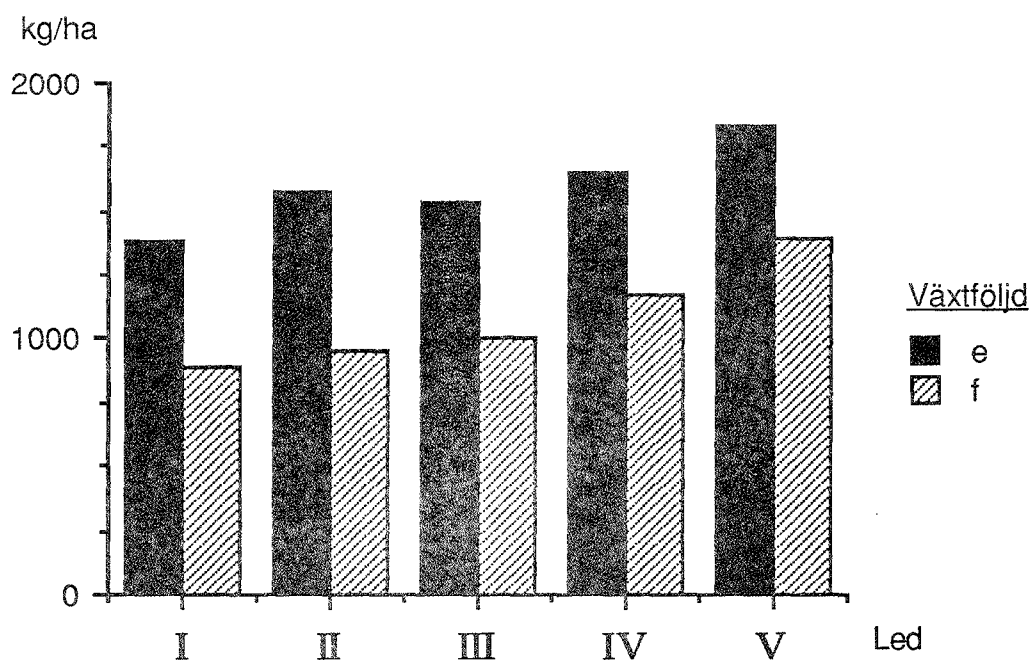
(se figur 29). Man kan urskilja en tendens till genomsnittligt något bättre havreskördar i växtföljd c jämfört med växtföljd d.



Figur 29. Skörd av korn 1985 och havre 1986 (15 % vattenhalt) i Bryngelsrud i växtföljderna c och d.

Figure 29. Yield of barley 1985 and oats 1986 (15 % water content) at Bryngelsrud in crop rotations c and d.

Den sista jämförelsen vid Bryngelsrud kan göras 1986 i korn i växtföljden e och f med vall respektive vårrybs som direkta förfrukter. Som framgår av figur 30 gav kornet i vallväxtföljden den klart högsta skörden i alla jämförelser. Inte i något bearbetningsled nådde kornets skörd i växtföljd f upp till den lägsta skördenivån i kornet odlat efter vall.



Figur 30. Skörd av korn 1986 (15 % vattenhalt) i Bryngelsrud i växtföljderna e och f.

Figure 30. Yield of barley 1986 (15 % water content) at Bryngelsrud in crop rotations e and f.

DISKUSSION

Det bör än en gång påpekas att försökens utformning gör att de framför allt bör ses som observationsförsök och idégivare. Resultaten kan ge fingerisningar om infallsvinklar för fortsatta försök. I avsaknad av paralleller har åren använts som upprepningar. Emellertid har årsvariationerna i regel varit så stora att åtgärderna endast i undantagsfall givit signifikanta utslag.

Djupbearbetning har tidigare testats försöksmässigt av Avdelningen för jordbearbetning vid SLU. Tendensen i de försöken har varit att positiva effekter framför allt kan fås på jordar med någon form av rotspärr, såsom mjäla- och sandskikt, lager med pappersgyttja eller ortsten (Edling et al, 1969). Vissa positiva effekter erhöles också på mjälig mellanlera även om effekten avtog med tiden (Håkansson, 1976). Djupbearbetningarna i den här

presenterade försöksserien har på mjällerorna nästan genomgående haft en negativ effekt på skörden. Enda undantaget är alvluckringen på Bryngelsrud. De eventuella positiva effekter som luckringen av alven kan ha haft överskuggas av den negativa effekten av en sänkt mullhalt i matjorden. Dessutom förstör djupbearbetningen den struktur som finns i alven och jorden kan slå ihop och bli ännu tätare än den var vid försökets start. Försök med plöjningsfri odling har visat att dessa jordar snarare skall bearbetas mycket grunt där det organiska materialet koncentreras vid markytan (Rydberg, 1987).

På gyttjeleran vid Kurö hade visserligen djupbearbetningarna en viss positiv effekt men inget av utslagen var signifikanta. Den stabila strukturen i gyttjeleran påverkades inte på samma sätt av djupbearbetningen som mjälleran. Gyttjeinslaget i leran gör strukturen mycket stabil och det var bara de stora permanenta sprickorna som förstördes vid djupbearbetningen. Dessutom får inte utspädningen av matjorden samma negativa effekt som på mjälleran eftersom även alven, pga gyttjeinslaget, innehåller en del organiskt material. Mjälleran däremot är, trots lerinslaget, mycket struktursvag och redan ett par år efter djupbearbetningen hade alven slagit ihop och blivit mycket tät igen.

Inblandning av organiskt material i matjorden hade en positiv effekt på skörden på båda jordtyperna. Näringsinnehållet i barkkomposten var relativt stort så det är svårt att avgöra om de positiva effekterna berodde på förbättrade fysikaliska egenskaper eller var en ren gödslings effekt. På mjälleran bör det organiska materialet minska jordens benägenhet för skorpbildning.

Resultaten från jordbearbetningsdelen av försöken tyder på att åtgärder som syftar till att förbättra strukturen i mjällerornas ytskikt har haft en positiv effekt på skörden. Försöksled med plöjningsfri odling, dvs koncentration av det organiska materialet till ytskiktet hade en klar positiv effekt på skörden. En förbättrad struktur i ytan har antagligen medfört en minskad skorpbildning som annars kan vara mycket omfattande på dessa mjälleror. Även vårplöjning hade en klar positiv effekt i ett (Finnbo) av de två försöken. Vårplöjning används ju framför allt för att påskynda upptorkningen på kapillära jordar (Heinonen, 1975), men är lerinslaget för stort kommer packningsskadorna att överskugga de positiva effekterna av luckringen. Det är troligt att den något högre lerhalten vid Bryngelsrud är orsaken till den svagt positiva effekten av vårplöjningen där. Inte heller kalken hade någon positiv effekt på skörderesultatet i Bryngelsrudsförsöket. Detta är svårare att förklara eftersom kalken brukar ge bättre effekt vid högre lerhalt (Ericsson et al, 1975). På gyttjeleran hade kalkningen en positiv effekt vilket var att vänta eftersom pH i utgångsläget var lägre än på mineraljordarna.

I växtnäringsförsöken har framför allt olika kvävegivor testats. Normalgivan (60 N) hölls avsiktligt låg för att undvika liggsäd. En nollgiva användes som jämförelseled och 120 kg N/ha prövades för att se om en hög kvävegiva kan kompensera för utspädningen av matjorden vid djupbearbetningen. Kvävegödslingsförsöken gav inga entydiga svar. Kvävet hade i allmänhet en stor direkt betydelse för skördenivån men i kombination med de olika grundförbättringsåtgärderna var resultaten mer svårtydda. I ett fall (Finnbo) gav resultaten belägg för att det vid inblandning av organiskt material i samband med djupbearbetning går åt en hel del kväve till nedbrytningen av det organiska materialet. Vid Igelsta och Bryngelsrud kunde däremot ingen konkurrens om kvävet mellan gröda och mikrober registreras.

De låga pH-värdena vid Kurö gjorde det intressant att även pröva olika fosforgödslingsnivåer eftersom lågt pH i regel påverkar gödselsoforns löslighet. Några direkta fosforeffekter på skördenivån kunde ej konstateras men däremot hade kvävet en direkt betydelse för skördenivån och en indirekt också för fosforskörden.

Av resultaten från växtföljdsdelen av försöken kan man dra slutsatsen att vallen oftast haft en mycket positiv inverkan på skördenivån. På de struktursvaga mjällorerna kan man dock i viss mån kompensera de negativa effekterna av en växtföljd utan vall med en inblandning av organiskt material i matjorden. Senare försök har ju också visat att bland annat en yttlig inblandning av organiskt material (marktäckning) har en positiv effekt på denna typ av jord (Gustafsson, 1987). Det är även troligt att samma positiva effekt kan uppnås med strukturkalk.

Vid Igelsta ingick lupin i två av växtföljderna (c och f) med avsikten att det djupa rotsystemet skulle ha en positiv effekt på markens struktur. Lupinerna växte i allmänhet till sig bra men skördades ej utan bearbetades in i matjorden på hösten. En positiv effekt kunde avläsas i den efterföljande grödan men det är möjligt att det inte enbart var en markstruktureffekt utan även en kväveeffekt.

SAMMANFATTNING

De fyra Försöksavdelningarna för hydroteknik, jordbearbetning, växtföljder och växtnäringslära samlades under åren 1980-86 i 4 gemensamma fältförsök inom projektet "Markförbättring och odlingsanpassning på lågavkastande jordar". Resultaten från dessa försök redovisas i denna rapport. Försöken bör framför allt ses som observationsförsök och idégivare eftersom upprepningar nästan helt saknas.

Resultaten av grundförbättringsåtgärderna visade att djupbearbetningarna genomgående hade en negativ effekt på mjällerna och utebliven effekt på gyttjeleran. Inblandning av organiskt material (barkkompost) i matjorden hade en positiv effekt på båda jordtyperna. Näringsinnehållet i barkkomposten var relativt högt så det var omöjligt att avgöra hur stor andel av effekten som kan hänföras till förbättrade fysikaliska egenskaper och vad som var en ren gödslingseffekt.

Plöjningsfri odling prövades på mjälleran med bra resultat. Kalkning med bränd kalk hade en mycket positiv effekt i en del av försöken medan effekten uteblev i andra. Kvävegödslingsförsöken gav inga entydiga resultat. Kvävet hade i allmänhet en stor direkt betydelse för skördenivån men i kombination med grundförbättringsåtgärderna var resultaten svårtydda. Vall i växtföljden har oftast haft en mycket positiv effekt på skördenivån. I en växtföljd utan vall kan man i viss mån kompensera detta med en inblandning av organiskt material i matjorden.

SUMMARY

In 1980 and 1981 four field experiments were laid out within the project "Soil improvement and adaption of cultivation practices on low yielding soils". The project was carried out in co-operation between four divisions of applied research and field experimentation at the Agriculture University. The divisions involved were Agricultural Hydrotechnics, Crop Rotation Science, Soil Management and Soil Fertility and Plant Nutrition. The field trials were mainly considered as observation trials due to the lack of replicates. All the trials had a similar design. In one direction soil improvement treatments were laid out and across those, the special treatments of the different divisions (see Figure 1). Three of the trials were laid out on silty clay soils (Finnbo, Igelsta & Bryngelsrud) and one trial on a gyttja soil (Kurö).

The results from the soil improvement part of the trials showed that deep cultivation in general had a negative effect on the silty clays and no effect on the gyttja soil. Mixing organic material into the topsoil had a positive effect on both soil types. The nutrient content of the organic material used was quite high, which makes it hard to distinguish between the soil physical effect and the nutrient effect. Plowless cultivation was successfully tested on the silty clays. Liming with burnt lime (CaO) had a positive effect in some cases but not in others. Nitrogen fertilization had a general effect on the yield level but did not give any distinct results in combination with the soil improvement measures. Ley in the crop rotation had in general a large positive effect on the yield level. An absence of ley in the crop rotation could to some extent be compensated for by the mixing of organic material into the topsoil.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Edling, P., Nilsson, N. M. & Håkansson, I. 1969. Sju skånska försök med alvluckring och djupplöjning 1964-68. Lantbrukshögskolan, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen. Nr 19. 26 s.
- Ericsson, J., Berglund, G. & Persson, J. 1975. Kalktillstånd, kalk och kalkning. Lantbrukshögskolan, Uppsala. Rapporter från Avdelningen för växtnäringslära. Nr 90. 19 s.
- Gustafsson, E.- L. 1987. Marktäckning. Effekter på olika jordtyper. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd f lantbrukets hydroteknik. Rapport 155. 59 s.
- Håkansson, I. 1976. Elva försök med alvluckring och djupplöjning i Syd- och Västsverige 1964-1975. Lantbrukshögskolan, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen. Nr 42. 35 s.
- Rydberg, T. 1987. Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975-1986. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen. Nr 76. 129 s.
- Heinonen, R. 1975. Jordarterna och deras brukningsegenskaper. Lantbrukshögskolan, Uppsala. Lantbrukshögskolans meddelanden B23. 42 s.

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien.

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. RAPPORTER. Fr o m nr 123

- 123 Johansson, W. 1980. Bevattning och kvävegödning till gräsval. 83 s.
- 124 Heiwall, H. 1980. Underbevattning. Studier av grödans tillväxt och vattenförbrukning vid olika djup till grundvat-
tenytan på en sandig grovmo. 17 s.
- 125 Berglund, K. 1982. Beskrivning av fem myrjordsprofiler från Gotland. 55 s.
- 126 Eriksson, J. 1982. Markpackning och rotmiljö. Packningsbenägenheten hos svenska åkerjordar. Förändringar i
markens funktion orsakade av packning. 138 s.
- 127 Erpenbeck, J. M. 1982. Irrigation Scheduling. A review of techniques and adaptation of the USDA Irrigation
Scheduling Computer Program for Swedish conditions. 135 s.
- 128 Berglund, K. & Björck, R. 1982. Om skördekadorna i Värmlands län 1981. S. 1-8
Linnér, H. 1982. Växtnäringsbevattning. S. 9-16
Eriksson, J. 1982. A field method to check subsurface-drainage efficiency. S. 17-23
- 129 Karlsson, I. 1982. Soil moisture investigation and classification of seven soils in the Mbeya region, Tanzania.
56 s.
- 130 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studi-
er av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del V: Skaraborgs län. 134 s.
- 131 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studi-
er av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VI: Örebro och Västmanlands län. 83 s.
- 132 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studi-
er av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del I: Ultunajordar. 125 s.
- 133 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studi-
er av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VII: Uppsala län. 140 s.
- 134 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studi-
er av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VIII: Stockholms, Södermanlands och
Östergötlands län. 122 s.
- 135 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studi-
er av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del IX: Hallands, Jönköpings, Kronobergs,
Kalmar och Gotlands län. 104 s.
- 136 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studi-
er av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del X: Malmöhus och Kristianstads län. 116 s.
- 137 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studi-
er av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del XI: Kristianstads län. 110 s.
- 138 Berglund, G., Huhtasaari, C. & Ingevall, A. 1984. Dränering av jordar med rostproblem. S. 1-20.
Ingevall, A. 1984. Dränering av tryckvatten. S. 21-36.
- 139 Persson, R. 1984. Vattenmagasin för bevattning. 57 + 5 s.
- 140 Ingevall, A. 1984. Beräkning av lerhalt från vattenhaltsdata. En jämförelse mellan hygroskopicitets- och vissnings-
gränsdata som underlag för översiktlig jordartsbestämning. 61 s.

- 141 Alinder, S. 1984. Alternativa bevattningsformer. 1: Bevattningsramp. 29 s.
- 142 Linnér, H. 1984. Markfuktighetens inflytande på evapotranspiration, tillväxt, näringsupptagning, avkastning och kvalitet hos potatis (*Solanum Tuberosum* L.). 153 s.
- 143 McAfee, M. 1984. Drainage of Peat Soils. A literature review. 38 s.
- 144 Messing, I. 1985. Inverkan av tung körning på mark vid två tidpunkter under vårperioden. En markfysikalisk studie av en lerjord i Revingehedsområdet. 20 s.
- 145 Jonsson, B. 1985. Organiska och syntetiska fibermaterial som dräneringsfilter. 46 s.
- 146 Ericson, L., Fabricius, M., Danielsson, E., Hultman, B., Juto, H. och Huhtasaari, C. 1985. De odlade jordarna i Norrbottens och Västerbottens län. 82 s.
- 147 McAfee, M. 1985. The Rise and Fall of Bälunge Mossar. 76 s.
- 148 Johansson, W., Gustafsson, E.-L. & McAfee, M. 1985. Description of physical properties of twelve cultivated soils. 64 s.
- 149 Kreuger, J. 1986. Kemisk vattenkvalitet vid bevattning. S. 9-59.
Håkansson, A. & Kreuger, J. 1986. Vägledning för bedömning av kemisk vattenkvalitet vid bevattning. S. 61-78.
- 150 Alinder, S. 1986. Alternativa bevattningsformer. 2: Reglering av grundvattennivån. 65 s.
- 151 Edling, P. 1986. Soil Air. Volume and Gas Exchange Mechanisms. 132 s.
- 152 Andersson, L. & Gervais, P. 1987. Marktypskartering i NV Skåne med satellit fjärranalys. 29 s. (Institutionen för biometri och skogsindelning, Avd. för skoglig fjärranalys, Box 7079, 750 07 Uppsala)
- 153 Lindström, J. & McAfee, M. 1987. Air and water movement in covers for mine waste. 56 s.
- 154 Bjerketorp, A. & Axelson, U. 1987. Markytesjunkning efter avvattning. Litteratur- och fältstudier i anslutning till ett område i Emådalen. 67 s. Manuskript.
- 155 Gustafsson, E.-L. 1987. Marktäckning. Effekter på olika jordtyper. 59 s.
- 156 Johansson, W. & Gustafsson, E.-L. 1988. Vattenförsörjning, tillväxt och evapotranspiration hos korn på fem lerjordar. 100 s. Manuskript.
- 157 Andersson, S. 1988. Om metoder att med utgångspunkt från bindnings kurvan beräkna den kapillära ledningsförmågan. 30 s.
- 158 Karlsson, I. & Gustafsson, E.-L. 1988. Rotmiljö för vedartad växtlighet: Markundersökningar i sex planteringsytor. 77 s.
- 159 Jarvis, N. J. 1989. CRACK - a model of water and solute movement in cracking clay soils: Technical description and user notes. 54 s.
- 160 Berglund, K., Miller, U. & Persson, J. 1989. Gyttejordar, deras sammansättning och egenskaper. 106 s.
- 161 Karlsson, I. M. 1990. Jordbrukets bidrag till föroeningen av Gullmarsfjorden. 38 s.
- 162 Berglund, K., Carlgren, K., Nilsson, G. & von Polgár, J. 1990. Markförbättring och odlingsanpassning på lågavkastande jordar. 59 s.

Denna serie rapporter utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller sådana forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara lämpade för mer allmän spridning. Uppsatser av huvudsakligen internt intresse publiceras i serien Avdelningsmeddelande. Tidigare nummer i rapportserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Reports is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of articles or papers considered to be of general interest. Articles of mainly internal interest are published in a series of Divisional Communications (Avdelningsmeddelande). Earlier issues in the Report series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
Box 7014
750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 11 69, 67 11 81
