

*Sigge Gunnarsson
från Västerås län.*



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

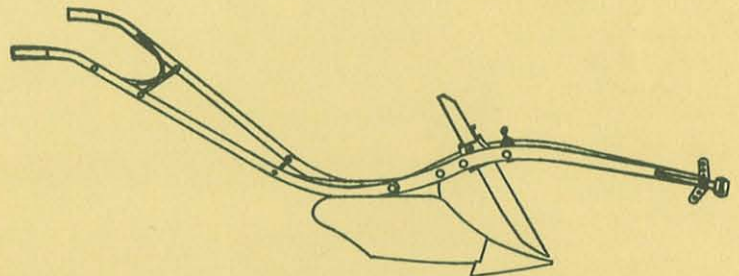
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN _____ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Reports from the Division of Soil Management



Nr 65

1983

GÖRAN KRITZ

SÅBÄDDAR FÖR VÅRSTRÅSÄD

En stickprovsundersökning

**PHYSICAL CONDITIONS IN CEREAL
SEEDBEDS**

A sampling investigation in Swedish
spring-sown fields

ISSN 0348-0976

ISBN 91-576-1558-6

RAPPORTER från JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

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



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

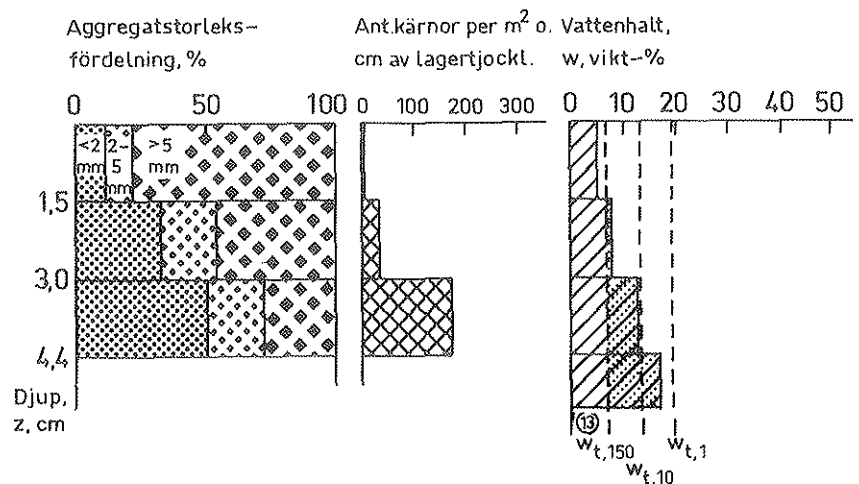
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN _____ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Reports from the Division of Soil Management



Nr 65

1983

GÖRAN KRITZ

SÅBÄDDAR FÖR VÅRSTRÅSÄD

En stickprovsundersökning

PHYSICAL CONDITIONS IN CEREAL
SEEDBEDS

A sampling investigation in Swedish
spring-sown fields

ISSN 0348-0976

ISBN 91-576-1558-6

Distributör: Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap

GÖRAN KRITZ, Institutionen för markvetenskap/Jordbearbetning,
Sveriges lantbruksuniversitet, S-750 07 Uppsala, Sweden

SÅBÄDDAR FÖR VÅRSTRÅSÄD En stickprovundersökning

PHYSICAL CONDITIONS IN CEREAL SEEDBEDS A sampling investigation
in Swedish spring-sown fields

Akademisk avhandling som för avläggande av agronomie doktors-
examen kommer att offentligt försvaras i sal L, Undervisnings-
huset, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, fredagen den 27
maj 1983, kl 9.30.

Abstract

Poor crop emergence causes significant economic losses to Swedish agriculture, the most common reasons being drought, crusting, and too deep sowing. In a sampling investigation embracing 300 spring-sown fields distributed all over the country, basic data concerning the properties of the seedbed were collected. The following properties were studied: The depth of the seedbed (= the harrowing depth), the roughness of its surface and bottom, the moisture conditions, the soil temperature, the aggregate size distribution, the seed placement, and the resulting crop emergence.

Particle size distribution and moisture content (by weight) at the matric tensions of 1, 10 and 150 m water column (pF 2, 3 and 4.2 respectively) were determined for the soil from each of the 300 sampling sites. Using multiple regression analysis the influence of the soil composition on the moisture content at the three tensions mentioned was studied.

The sampling was done immediately after sowing. The seedbed, normally being 5-6 cm deep, was divided into three sublayers. In each of these, and in a 2 cm thick layer below the seedbed bottom, the moisture content was determined. The content of plant available water in the whole seedbed had a maximum, about 5 mm, in soils with about 10 % clay. For soils with a clay content above 30 % it was about 0 mm independent of the clay content. In the 2 cm thick layer below the seedbed bottom there was normally 3-4 mm of plant available water.

Soil material from each sublayer was sieved into three aggregate fractions, < 2, 2-5, and > 5 mm, and the aggregate size distribution as a function of the depth and of clay content of the soil was analyzed. The relative number of seeds in the three sublayers was determined, and the median sowing depth calculated. Crop emergence on the sampled sites 2-3 weeks after sowing was estimated and reported by the farmers. Based on the results of the investigation a simple model for suitable sowing depth for cereals on different soils under Swedish weather conditions was worked out.

Keywords: Seedbed, Cereals, Soil texture, Soil structure, Soil water, Sowing depth, Seedling emergence.

ISBN: 91-576-1558-6
Tryckort: Uppsala
Tryckår: 1983

FÖRORD

Arbetet med denna avhandling har utförts vid Avdelningen för jordbearbetning, Institutionen för markvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet.

I handledargruppen har ingått: professor Reijo Heinonen, statsagronom Inge Håkansson, professor Sigurd Håkansson och försöksledare Gunnar Ekbohm.

Fältarbetet på de 300 provplatserna har utförts, förutom av mig själv (på 200 platser), av: lantbrukskonsulent Paul Karlsson, agr. lic. Peter Edling, statsagronom Inge Håkansson, försökstekniker Börje Gillberg, lantbrukskonsulent Olof Hammar och konsulent Herbert Wellwing. Laboratorieanalyser har utförts av institutionstekniker Gustav Raab och laboratorieassistent Einar Larsson samt av Statens lantbrukskemiska laboratorium.

Dataprogrammering har utförts av försöksledare Bertil Olofsson och systemman Olof Welin-Berger. Försöksledare Gunnar Ekbohm och undervisningsassistent Birgitta Vegerfors-Persson har bidragit med statistisk rådgivning och bearbetning.

Ritarna Britta Myrvik och Britt-Marie Flink har ritat diagram och övriga figurer. Fil. kand. Nigel Rollison har granskat den engelska texten. Den slutliga utskriften har utförts av fil. mag. Barbro Hultqvist.

Till er alla vill jag framföra mitt tack.

Till sist vill jag rikta ett särskilt varmt tack till statsagronom Inge Håkansson och försöksledare Anders Bjerketorp, som givit många värdefulla synpunkter, och som på olika sätt stött och uppmuntrat mig i mitt arbete med föreliggande avhandling.

Ultuna i april 1983

Göran Kritz

Så snart Kälen om Våren är utur Jorden och det börjar på gista up, sås Korn, Blandsäd och Hafra i Vinter Får, och köres strax nid med Trästock; dock icke mycket diupt, hvilket de kalla Ärja. Sedan harfvars Jorden 2. eller 3. gånger efter som bruket är hårdt til. Så snart Kornen äro rotade och börja löpa uti sprik, som de säja, kommer brodd vältningen, om stark torcka förnimmes, eller då det blir grönt, til 2. å 3. tum långt, och när Rägn fallit. Men om starckt Slagrägn kommer näst efter harfningen, måste Åkren å nyo harfvas, hvilket de kalla skorp-harfva.

Ur Beskrifning öfver Sveriget, Första Tomen om Upland, af Lars Salvius. Tryckt i Stockholm 1741.

INNEHÅLL

	Sida
1. INLEDNING	1
2. BAKGRUND	3
2.1 Faktorer av betydelse för groningen och uppkomst	3
2.1.1 Fuktighetsförhållanden	4
2.1.2 Temperatur	5
2.1.3 Struktur	5
2.1.4 Sådjup	7
2.2 Naturliga förutsättningar för odling av vårstråsäd i Sverige	8
2.2.1 Klimatet	8
2.2.2 Jordarna	10
2.3 Historisk översikt över såbäddsberedning och sådd	12
2.4 Svensk forskning kring såbäddsberedning och sådd	20
2.4.1 Markinriktad forskning	20
2.4.2 Växtinriktad forskning	22
2.4.3 Tekniskt inriktad forskning	22
2.5 Stickprovsundersökningar av såbäddar	22
3. UNDERSÖKNINGENS METODER	25
3.1 Uttagning av provplatser	25
3.2 Bestämningar på provplatserna	27
3.2.1 Allmän information	27
3.2.2 Mätningar och provtagningar	27
3.2.3 Beräkningar	29
3.2.4 Kontroll av mätmetoden	32
3.2.5 Alternativ metod	34
3.2.6 Sammanfattande metodvärdering	36
4. UNDERSÖKNINGENS RESULTAT	37
4.1 Introduktion	37
4.2 Jordarnas texturella sammansättning	38
4.2.1 Områdesindelning	39
4.2.2 Särpräglade jordar	43
4.3 Stickprovets representativitet	46
4.3.1 Allmän bedömning och analys av stickprovets representativitet	46
4.3.2 Geografisk representativitet	48
4.3.3 Tiden för sådd som hjälp vid representativitetsbedömning	50
4.4 Resultatredovisning	53
4.4.1 Olika redovisningsförfaranden	54
4.4.2 Multipel regressionsanalys	55
4.5 Såbäddens avgränsningar i marken	56

4.5.1 Såbäddens djup	56
4.5.2 Ojämnhetsvärden för såbäddens yta och botten	59
4.5.3 Lagergränsernas djuplägen och lagrens tjocklek	60
4.6 Fuktighetsförhållanden	61
4.6.1 Vattenhalterna vid tre vattenavförande tryck	61
4.6.1.1 Vattenhalten vid det vattenavförande trycket 150 m vp	63
4.6.1.2 Vattenhalten vid det vattenavförande trycket 10 m vp	71
4.6.1.3 Vattenhalten vid det vattenavförande trycket 1 m vp	74
4.6.1.4 Potentiellt växttillgängligt vatten	84
4.6.2 Vattenhalten vid provtagningen	86
4.6.3 Växttillgängligt vatten vid provtagningen	91
4.7 Marktemperatur	98
4.8 Aggregatstorleksfördelning	98
4.9 Utsädets djupplacering	103
4.9.1 Utsädesfördelning i djupled	103
4.9.2 Mediansådjup och bedömt sådjup	106
4.9.3 Sådjupsindex	107
4.10 Grödans uppkomst	112
5. SYNTES	115
5.1 Simuleringsmodell	115
5.2 Förutsättningar för en schematisk sådjupsmodell	116
5.2.1 Såbäddens djup	116
5.2.2 Fuktighetsförhållanden	117
5.2.3 Aggregatstorleksfördelning	119
5.2.4 Utsädets placering	119
5.2.5 Grödans uppkomst	120
5.3 Presentation av schematisk sådjupsmodell	120
5.4 Slutord	123
6. SAMMANFATTNING	124
7. SUMMARY	131
7.1 Introduction	131
7.2 Background	131
7.2.1 Factors of importance for germination and emergence	131
7.2.2 Climate and soil conditions in Sweden	132
7.2.3 Historical notes concerning seedbed preparation and sowing	132
7.2.4 Swedish research in seedbed preparation and sowing	132
7.3 Methods	133
7.3.1 Selection of sites	133
7.3.2 Determinations at the sites	133

7.4 Results	134
7.4.1 Introduction	134
7.4.2 Particle size distribution of the soils	134
7.4.3 The representativity of the sample	134
7.4.4 Discussion fo statistical methods used	134
7.4.5 Seedbed depth and roughness of the surface and the bottom	134
7.4.6 Moisture conditions	135
7.4.6.1 Moisture content at three matric tensions	135
7.4.6.2 Moisture content when sampling	137
7.4.4.3 Content of plant available water when sampling	138
7.4.7 Soil temperature	138
7.4.8 Aggregate size distribution	138
7.4.9 Depth placement of the seed	138
7.4.10 Crop emergence	139
7.5 Synthesis	139
8. LITTERATURFÖRTECKNING	140
9. TABELLAPPENDIX	149
10. FIGURAPPENDIX	163

FÖRTECKNING ÖVER ANVÄNDA SYMBOLER

$z_{b,m}$	Såbäddens djup, uppmätt, cm
$z_{b,e}$	bedömt
Δz_S	Ojämnhetsvärde för såbäddens yta, cm
Δz_B	botten
$w_{t,1}$	Vattenhalt vid det vattenavförande trycket 1 m vattenpelare, viktprocent
$w_{t,10}$	10
$w_{t,150}$	150
$w_{a,L1}$	Vattenhalt vid provtagningen i lager 1, viktprocent
$w_{a,L2}$	2
$w_{a,L3}$	3
$w_{a,LB}$	bottenlagret
$w_{u,L1}$	Innehållet av växttillgängligt vatten i lager 1, viktprocent
$w_{u,L2}$	2
$w_{u,L3}$	3
$w_{u,LB}$	bottenlagret
$z_{w,u,-6}$	Djupet för -6 viktprocent växttillgängligt vatten, cm
$z_{w,u,0}$	0
$z_{w,u,+6}$	+6
$z_{w,u,+12}$	+12
t	Temperaturen vid 20 cm:s djup, °C
$x_{<2,L1}$	Andelen aggregat <2 mm i lager 1
$x_{<2,L2}$	2
$x_{<2,L3}$	3
$x_{2-5,L1}$	2-5 1
$x_{2-5,L2}$	2
$x_{2-5,L3}$	3
$x_{>5,L1}$	>5 1
$x_{>5,L2}$	2
$x_{>5,L3}$	3
$z_{x,>5,50}$	Djupet för 50 procent aggregat >5 mm, cm
s_{L1}	Andelen kärnor i lager 1
s_{L2}	2
s_{L3}	3
$z_{s,50}$	Mediansådjup, cm
$z_{s,e}$	Bedömt sådjup, cm
s_i	Sådjupsindex ($s_i = 100 z_{s,50} / z_{b,m}$)

1. INLEDNING

Såbäddens utformning och såddens utförande har ofta stor betydelse för utsådet's groning. Det är därför viktigt att söka klarlägga vilka såbäddar och såstekniker som ger optimala groningsbetingelser under skilda förutsättningar ifråga om klimat och jordar.

En dålig uppkomst kan leda till bristfällig beståndsetablering som ger luckor i beståndet, vilka vanligen inte helt kan kompenseras av kraftigare bestockning hos plantor invid luckorna. Följden blir i regel en skördeminskning. Vidare skapar luckighet i beståndet gynnsammare förutsättningar för ogräsen's etablering och utveckling. Detta förhållande kan göra det nödvändigt att sätta in mer eller mindre kostnadskrävande bekämpningsåtgärder.

Man kan också få en fördröjd uppkomst och plantetablering i luckorna, vilket visserligen inte i och för sig behöver sänka skördenivån, men kan medföra försenad skörd samt försämrad kvalitet på skörden p g a ojämn mognad.

I vårt land är de tre faktorerna torka, skorpbildning och för djup sådd de vanligaste orsakerna till dålig uppkomst. Dessa orsaker diskuteras översiktligt nedan. Dessutom lämnas en viss orientering om i vad mån och på vilka sätt föreliggande undersökning kan belysa de samband som här gäller.

Torka. Den allra vanligaste orsaken till dålig uppkomst är torka. Den gör sig främst gällande på mellanleror och styvare leror samt på sandjordar med litet lerinnehåll. På dessa jordar kan såbäddarna vara mycket torra. Ett lämpligt sådjup och ett gott avdunstningsskydd är här av vikt för att så långt möjligt begränsa verkan av de torra såbäddarna.

Jordarna är i regel vattenmättade på våren efter snösmältningen. De måste emellertid torka ut rätt mycket för att jorden skall bli bearbetbar och för att såbäddsberedning skall kunna utföras utan att skadlig jordpackning uppstår. Större delen av landets lerjordsareal återfinns beklagligtvis inom områden där nederbörden är liten vid tiden från sådd till uppkomst. En regelmässigt kraftig tjälning ger dessa jordar en god aggregatstruktur, vilket gör dem väl lämpade för stråsädesodling.

Denna specifika kombination av klimat och jordar är vanlig i stora delar av östra Mellansverige och i sydvästra Finland. Globalt sett är den dock mycket ovanlig.

Skorpbildning. En annan vanlig orsak till dålig uppkomst är skorpbildning. Det kan antingen vara fråga om en relativt tunn ytskorpa eller ett förhårdnande som går djupare, kanske ner genom hela såbädden.

Risken för skorpbildning är störst på jordar med hög mjälahalt. Strukturen i dessa jordars ytlager nedbryts lätt av regn, med igenslamning som följd. Vid en efterföljande torka bildas en

mer eller mindre hård skorpa. En sådan skorpa försämrar i hög grad uppkomstbetingelserna för de groddar som inte hunnit bryta igenom markytan innan skorpan bildats. Den goda vattentillgången i såbädden hos dessa jordar medger vanligen att utsädet kan placeras jämförelsevis grunt, varigenom förutsättning skapas för groddarna att nå markytan tidigare, vilket innebär minskade risker för uppkomststörningar förorsakade av skorpbildning.

I Sverige förekommer de mest skorpbildningsbenägna jordarna företrädesvis utefter norrlandskusten och västra Mellansverige.

Djup sådd. En ytterligare orsak till dålig uppkomst är en alltför djup placering av utsädet, särskilt vid sådd av småfröiga växtslag på jordar som p g a sin enkelkornstruktur är mycket lättbrukade.

Groddspetsen kan få en i relation till fröets reservnäringsförråd alltför lång väg till markytan. Grodden blir härigenom tunn och vek. Antingen orkar en sådan grodd aldrig upp till markytan eller också ger den upphov till en vek brodd som lätt dukar under eller ger upphov till en alltför svag planta.

Forskningsinsatser. För att belysa frågan om hur man på sikt skall kunna komma tillrätta med sådana felaktigheter vid såbäddsberedning och sådd vilka ger upphov till dålig uppkomst, är det nödvändigt att förutsättningslöst söka klarlägga en rad detaljproblem.

Ett led i detta arbete har varit att på ett urval gårdar från olika delar av landet fastställa den faktiska utformningen av såbäddarna och det faktiska resultatet av sådden. Åren 1969-1972 genomfördes en sådan stickprovsundersökning på 300 vårsådda fält. Värden för ett antal variabler av betydelse för uppkomsten bestämdes då på respektive fält. I föreliggande avhandling kommer resultat från denna undersökning att redovisas och analyseras.

2. BAKGRUND

En översikt ges först över de faktorer som är av betydelse för groningen och uppkomst. Framför allt presenteras relevanta gränsvärden hämtade från litteraturen (avsnitt 2.1). Vidare berörs klimat och jordar eftersom de är de viktigaste naturliga förutsättningarna för odling av vårstråsäd i Sverige (2.2).

Hur såbäddsberedning och sådd utförts under skilda tider, framför allt i Sverige, redovisas i avsnitt 2.3. Sedan tas den svenska forskningen inom detta område upp (2.4). Som en förbindelselänk med genomgången av undersökningsmetoderna (3) och redovisningen av resultaten (4) presenteras och kommenteras tidigare utförda stickprovsundersökningar av såbäddar (2.5).

2.1 FAKTORER AV BETYDELSE FÖR GRONING OCH UPPKOMST

Fyra faktorer av betydelse för groningen och uppkomst, knutna till förhållandena i marken, diskuteras i litteraturen av bland andra Bowen (1966) och Wanjura et al. (1970). De fyra faktorerna är följande: (1) temperatur, (2) fuktighetsförhållanden, (3) mekaniskt motstånd och (4) lufttillgång.

För en mer omfattande genomgång av de nämnda faktorernas inverkan hänvisas till Mayer & Poljakoff-Mayber (1978).

Till de ovan anförda faktorerna kan läggas sådjudet som en reglerande faktor. Därtill skulle man också kunna foga en sjätte faktor, nämligen jordens struktur, som även den har en reglerande funktion. Strukturen inverkar såväl på fuktighetsförhållandena som på lufttillgången och det mekaniska motståndet.

Det är av vikt att få fram karakteristiska gränsvärden framför allt för att kunna sätta in undersökningens förutsättningar och resultat i ett större sammanhang.

När det gäller mekaniskt motstånd kan en ansträngd situation normalt uppträda först en tid efter sådd, t ex om en skorpa bildas eller om det uppstår ett förhårdnande av hela såbädden. Det har därför inte i samband med denna undersökning varit meningsfullt att göra någon motståndsbestämning i fält vid tiden för sådd. P g a detta har det inte ansetts motiverat att redovisa gränsvärden för mekaniskt motstånd. Någon bestämning av markluften i såbädden har inte heller gjorts, eftersom kritiska värden först kan uppträda en tid efter sådden. Därför kommer inte heller några gränsvärden angående markluften att redovisas. Kvar blir följande fyra faktorer, som behandlas nedan: (1) fuktighetsförhållanden, (2) temperatur, (3) struktur och (4) sådjud.

Bland i litteraturen studerade försöksresultat redovisas i första hand sådana som berör stråsådesgrödor i Sverige såväl som i utlandet, eftersom dessa resultat har mer direkt anknytning

till undersökningen. I andra hand behandlas resultat som avser andra grödor som odlas i vårt land. Först i tredje rummet medtas uppgifter som gäller icke-stråsådesgrödor från andra delar av världen.

2.1.1 FUKTIGHETSFÖRHÅLLANDEN

Den övre gränsen för det vattenhaltsintervall som ger goda groningsbetingelser ligger vid ett vattenavförande tryck av 1 m vattenpelare. Syrediffusionen har då en hastighet som är den lägsta möjliga för att medge en tillfredsställande groning och uppkomst (Dasberg, 1968). Uppkomsthastigheten för t ex rädisa avtar, enligt Feddes (1971), påfallande snabbt vid högre vattenhalter.

Det nedre gränsvärdet för det vattenhaltsintervall som ger goda groningsbetingelser för rädisa, spenat, böna och rödbeta, låg i experiment utförda av Feddes (1971) vid den vattenhalt som erhålls vid jämvikt med det vattenavförande trycket 5 m vattenpelare. Denna vattenhalt gav en minst nittioprocentig uppkomst jämfört med en femtioprocentig när det vattenavförande trycket var 10 m vattenpelare. Feddes angav att det bakom den låga groningsprocenten låg en drastisk ökning av den för groning erforderliga temperatursumman.

På grundval av datorsimulering av olika faktorer som påverkar uppkomstprocenten hos bomullsplantor anger Wanjura (1973) att det för en sjuttioprocentig uppkomst åtgår 125 timmar vid det vattenavförande trycket 3,3 m vattenpelare och 200 timmar vid 10 m vattenpelare.

Som gräns för att över huvud taget några frön skall gro anger Hunter & Eriksson (1952) för majs vattenhalten vid det vattenavförande trycket 125 m vattenpelare. Detta värde kan jämföras med vissningsgränsen, som vanligen definieras ligga vid det vattenavförande trycket 150 m vattenpelare.

De gränsvärden som diskuterats ovan gäller statistiska förhållanden, vilka endast kan upprätthållas under laboratorieförhållanden. Om man i stället förutsätter en viss utgångsvattenhalt och sedan låter förhållandena i fält reglera vattenhaltsförändringen med tiden blir det fråga om ett dynamiskt system. Exempel på detta är de modellförsök rörande såbäddens funktion som utförts av Håkansson och von Polgár. Dessa försök (gröda: korn) visade att vid ett innehåll av mer än 6 % växttillgängligt vatten (d v s 6 % över vattenhalten vid det vattenavförande trycket 150 m vattenpelare, $w_{t,150}$) i såbäddens botten, så blev uppkomsten mer än sjuttioprocentig i det bästa försöksledet (Håkansson & von Polgár, 1976).

Effektiviteten i kärnornas vattenupptagning ökar när dessa sväller. Detta sammanhänger bl a med att kontaktytorna mellan kärnorna och markpartiklarna då förbättras.

Några forskare anger 1 cm som den radie inom vilken vattnet kan tas upp av kärnorna. Collis-George & Mellville (1969) fann att vetekärnor som utan närvaro av jord placerats 1 cm ovanför en vattenyta grodde på 60 timmar. Kuipers (1970) drar av växthusförsök slutsatsen att det under torra förhållanden inte får vara mer än 1 cm mellan den fuktiga jorden i såbäddens botten och sockerbetsfröet för att detta skall gro. I laboratorieförsök visade Dasberg (1971) att avståndet från vilket vatten tas upp av fröna aldrig överskrider 1 cm.

2.1.2 TEMPERATUR

Den lägsta temperatur vid vilken stråsådeskärnor över huvud taget gror anger Mayer & Poljakoff-Mayber (1978) till mellan +3°C och +5°C.

Optimumtemperaturen för groning anger Mayer & Poljakoff-Mayber ligga mellan +15°C och +31°C, där den nedre delen av intervallet gäller för vete, den mellersta för korn och den övre delen för råg och havre. Den totala koleoptillängden för vete når sitt optimum vid omkring +15°C med små variationer inom intervallet +10°C till +25°C enligt Karamacharya (1972).

Enligt en undersökning vid Ultuna, 1968-1972, så var för grödorna havre och korn medeltemperaturen 9,5°C på djupet 5 cm vid tiden mellan sådd och uppkomst (Rodskej & Tuveesson, 1976). Denna temperatur är långt under optimum för stråsådens groning. Vid måttlig temperatur är emellertid balansen i plantan bättre, varför dödligheten både före och efter uppkomsten då är mindre än vid högre temperatur (Håkansson, 1982).

Maximumtemperaturen (knappast aktuell för svenska förhållanden) ligger enligt Mayer & Poljakoff-Mayber (1978) inom intervallet +30°C till +43°C. Generellt gäller att särskilt låg eller särskilt hög temperatur påverkar groningen negativt eftersom sådana extremer framkallar en snabb produktion av groningshämmande substanser.

2.1.3 STRUKTUR

Strukturen i såbädden är bl a av betydelse för (1) evaporationen, (2) kärnornas vattenupptagning och (3) skorpbildningen.

Under torra förhållanden har såbädden en viktig funktion som evaporationsskydd. Följande fråga kan i detta sammanhang ställas: Vilken aggregatstorlek är den lämpligaste för att ge ett effektivt evaporationsskydd för kärnorna i såbädden? Att de här aktuella sambanden är komplexa visas av följande genomgång.

I anslutning till dessa problem nämns ofta i litteraturen den efter amerikanen Edgar Buckingham uppkallade Buckingham-effekten (Buckingham, 1907). Denna effekt innebär att avdunstningsförlusten från en viss jord under en viss period blir mindre om den initiala upptorkningen sker snabbt. Effekten

bekräftades av Penman (1941). Den gäller för fintexturella och tillika välaggregerade jordar, men inte för obearbetade eller kokiga. Buckingham-effekten sammanhänger med att den kapillära stigningen permanent bryts i det uttorkade ytlagret och att en del av vattenångan i ytlagret vid en av stor instrålning förorsakad kraftig uppvärmning diffunderar nedåt och kondenseras i djupare och svalare jordlager (Heinonen, 1979).

Holmes et al. (1960) fann att evaporationen är mycket lägre vid aggregatstorleken 2,5 mm än vad den är vid aggregatstorlekarna mindre än 2 mm och större än 25 mm. Heinonen (1979) menar att 1 mm är en optimal aggregatstorlek i renfraktion. Avdunstningen är nämligen då låg på grund att ytskiktet har såväl en förhållandevis liten kapillär ledningsförmåga som en liten luftomsättning. Är aggregaten mindre än 1 mm reduceras visserligen luftomsättningen ytterligare, men den kapillära ledningsförmågan ökar. För aggregat större än 1 mm ökar avdunstningsförlusterna, i första hand beroende på ökad luftomsättning i marken.

Det just relaterade tyder på att man vid jordbearbetningen bör eftersträva ett så fint bruk som möjligt, dock inte så fint att aggregaten blir mindre än 1 mm. Denna slutsats stöds bl a av resultaten från följande två försök:

Det första försöket, som hade majs som gröda, redovisas av Johnson & Buchele (1961). Fraktionsgränserna för aggregaten var följande: 0 - 1,2 - 2,4 - 4,7 - 8,5 mm. Avdunstningshastigheten visade sig växa med aggregatstorleken. I det andra försöket, som utfördes med en korngröda, visar Njøs (1979) olika aggregatstorlekars betydelse för uppkomsthastigheten. Följande fraktionsgränser kom till användning: 0 - 0,6 - 2 - 6 - 20 mm. Den snabbaste uppkomsten rapporterar Njøs för aggregatstorlekar inom intervallet 0,6-6 mm. Den långsammaste uppkomsten rapporterades däremot för aggregat mindre än 0,6 mm. Som orsak till denna långsamma uppkomst anger Njøs dålig lufttillförsel.

Johnson & Buchele (1961) och Johnson & Henry (1964) framhåller att aggregat med en diameter av cirka 2 mm i ett 2,5 - 5 cm tjockt och packat lager reducerar evaporationen.

Gardner & Fireman (1958) visar att evaporationsskyddet förstärks mycket obetydligt hos ett lager med små aggregat när detta blir tjockare än 3 cm.

Renfraktioner av en viss aggregatstorlek förekommer emellertid inte under fälthållanden. Håkansson & von Polgár (1977) menar att några få inlagrade stora aggregat har liten negativ effekt på gröningsförhållandena när fint material i såbädden fyller ut mellanrummen. En teoretisk bakgrund till detta ges av Straubel (1943a, 1943b, 1944).

En genomsnittlig aggregatstorlek på 3-4 mm under fälthållanden skulle, enligt Heinonen (1979), kunna ha samma effekt som aggregat med diametern 1 mm i renfraktion.

Håkansson & von Polgár (1976) rapporterar från modellförsök med stråsäd, att såbäddar med aggregat mindre än 2 mm resulterar i en genomsnittligt bättre uppkomst än vad såbäddar med grövre aggregat gör. De fann vidare att den ideala såbädden under torra förhållanden bör vara att kärnorna överlagras av ett 4 cm tjockt lager av aggregat mindre än 4 mm. Detta resultat får utgöra svaret på den tidigare ställda frågan, nämligen vilken aggregatstorlek som ger det effektivaste evaporationsskyddet åt kärnorna i såbädden.

Av allmän erfarenhet vet man att strukturen hos de svenska såbäddarna i gemen kan bedömas som lämplig för dessas funktion som hämmare av avdunstningen, men att bruket i såbädden däremot ofta är för grovt med hänsyn till den för groningsprocessen så viktiga kontakten mellan utsäde och jord. Dessa faktiskt rådande förhållanden kan ställas mot den regel som Hadas & Russo (1974) formulerat och som innebär att kärnornas vattenupptagning från jorden är mest effektiv om aggregatens medeldiameter är 10-20 % av kärnornas diameter. Så små aggregat är dock oftast svåra att åstadkomma, särskilt i samband med sådd av små frön.

Till slut kan det förtjäna att påpekas att resultat från modellförsök ger vid handen att mycket små aggregat inte behöver vara mindre effektiva än stora när det gäller att motverka skorpbildning (Håkansson & von Polgár, 1979a; Heinonen, 1982).

2.1.4 SÅDJUP

För svenska förhållanden anger Osvald (1959) att det optimala sådjupet för vete, havre och korn är 3-4 cm. För vete anger han ett något vidare intervall, nämligen 2-6 cm, medan havre anges klara upp till 5 cm:s sådjup. Känsligast för djup sådd är korn, påpekar Osvald. Detta poängteras också av Kaufmann (1968).

När såbädden är torr måste sådjupet ofta ökas utöver det normala för att fuktigheten skall bli tillräcklig för groning. Samtidigt ökar då risken för att sådjupet blir så stort att koleoptilen ansträngs för mycket med resultat att uppkomsten ändå blir otillfredsställande.

I redogörelsen för ett fältförsök i Jugoslavien belyser Šuput (1971) såväl sådjupets som fuktighetens betydelse för uppkomsten. Försöket gällde höstvetete som såddes på djupen 1, 3, 5, 7 och 9 cm. Under fuktiga förhållanden (åren 1965 och 1966) kom de plantor fortast upp vars kärnor såtts på djupet 1 cm. Under torra förhållanden (åren 1967 och 1968) kom däremot de plantor snabbast upp vilka härrörde från kärnor, som såtts på 5, 7 och 9 cm:s djup. I medeltal för alla fyra åren var uppkomsten snabbast för sådjupet 5 cm. På denna försöksplats var tydligen detta sådjup det lämpligaste för att man skulle vara säker på att tillfredsställande klara alla extremsituationer (jämför Osvalds värden ovan).

Håkansson & von Polgár (1976) rapporterar från de tidigare nämnda modellförsöken kring såbäddens funktion under torra

väderleksförhållanden, att uppkomstprocenten efter sådd av korn generellt tilltog då sådjupet ökades från 2 cm till 4 cm. Var fuktighetssituationen i jorden så pass god att uppkomsten var minst sjuttiofemprocentig redan vid ett sådjup på 4 cm, så avtog den med ytterligare ökat djup. Var däremot fuktighetstillståndet sämre och uppkomstprocenten låg vid sådjupet 4 cm, så fortsatte den i intervallet 4-6 cm att öka med djupet. Samma författare menar vidare att 4 cm kan betraktas som optimalt sådjup, förutsatt att kärnorna är täckta av jord med aggregatdiametrar mindre än 4 mm (jämför föregående avsnitt).

Enligt resultat av laboratorieförsök (Håkansson, 1982) kan man, förutsatt att det i hela såbädden finns tillräckligt med tillgängligt vatten för groningen, räkna med att uppkomsten av stråsäd fördröjs med ett halvt till ett dygn för varje centimeters ökning av sådjupet inom intervallet 2-8 cm. Fördröjningens längd är beroende av såbäddens temperatur.

Karamacharya (1972) rapporterar från ett försök med vete, att koleoptillängden ökade successivt och signifikant med sådjupet till ett djup av 7,5 cm. Detta konstaterar han efter att ha studerat groningen av vetekärnor som såtts på följande djup i cm: 2,5 - 5 - 7,5 - 10.

I ett klimatkammarförsök med mera differentierade sådjup kunde Håkansson (1981) precisera det största sådjup som kan användas utan olägenhet för uppkomsten. Kärnor av vete och korn av två olika storleksfraktioner såddes på följande djup i cm: 0, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 och 15. Vid sådjup på 7 cm och däröver blev koleoptillängden 5,5 cm för de små och 6 cm för de stora kärnorna. Detta resultat pekar på att större sådjup än 6 cm inte torde vara lämpligt för vete och korn.

Hadas & Stibbe (1977) rekommenderar ett sådjup på 3 cm för höstvete i Israel när skorpbildningsrisk föreligger. Detta värde bör också vara tillämpligt vid skorpbildningsrisk under svenska förhållanden.

2.2 NATURLIGA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ODLING AV VÅRSTRÅSÄD I SVERIGE

De naturliga förutsättningarna för odling bestäms i första hand av de båda faktorkomplexen klimat och jordar. Dessa faktorkomplex kommer därför här att något beröras, med tanke på odlingsbetingelserna för vårstråsäd i Sverige.

2.2.1 KLIMATET

Det är ett välbekant faktum att ju längre mot norr man kommer i landet, desto senare kommer i genomsnitt vårbruket igång. Detta sammanhänger med skillnader i dygnsmedeltemperaturen under vårmånaderna. En belysning av dessa skillnader ges i tabell 1. Där anges luftens månadsmedeltemperatur, (beräknad som medeltalet av månadens dygnsmedeltemperaturer). Månadsmedeltemperaturer ges för 15 meteorologiska stationer ordnade

Tabell 1. Månadsmedeltemperaturer för april, maj och juni, 1931-1960. (Efter Wallén, 1970). - Monthly average temperatures for April, May and June, 1931-1960. (After Wallén, 1970).

Station	April	Maj	Juni
Station	April	May	June
Svalöv	+ 5,7	+11,1	+14,8
Kristianstad	+ 5,9	+11,1	+15,2
Kalmar	+ 4,4	+ 9,2	+14,2
Flahult	+ 3,8	+ 9,1	+13,3
Borås	+ 4,7	+10,5	+14,2
Lanna	+ 4,8	+10,4	+14,4
Bjärka-Säby	+ 4,7	+10,4	+15,0
Eskilstuna	+ 5,1	+10,8	+15,3
Ultuna	+ 4,1	+ 9,9	+14,5
Varpnäs	+ 4,2	+ 9,9	+14,2
Bjuråker	+ 2,8	+ 8,5	+13,4
Offer	+ 2,1	+ 8,1	+13,0
Gisselås	+ 0,4	+ 6,5	+11,2
Umeå	+ 1,3	+ 7,5	+12,7
Övertorneå	- 0,2	+ 6,7	+12,7

från söder till norr för månaderna april, maj och juni. För april är skillnaden 6,1°C mellan medeltemperaturerna i Kristianstad i söder och Övertorneå i norr. Motsvarande skillnad är i maj 4,4°C och i juni 2,5°C.

Luftens månadsmedeltemperatur är på våren i allmänhet måttligt större än månadsmedeltemperaturen i markens översta skikt, under förutsättning dock att marken inte är tjälad eller snötäckt. För att groning skall komma till stånd krävs som tidigare nämnts en temperatur i såbädden på mellan 3°C och 5°C.

Ett annat välkänt faktum är att nederbörden är mindre på våren och försommaren i östra Mellansverige än i Västsverige. Detta bekräftas rätt väl av uppgifterna i tabell 2. För april, maj och juni jämförs medelnederbördsvärdena från sex län, tre i östra och tre i västra delarna av landet. Länsvärdena är aritmetiska medeltal av medelvärdena för SMHI:s samtliga stationer inom respektive län. För april och juni framträder en tydligare skillnad mellan öster och väster än för maj.

Den låga nederbörden i de östra landsdelarna under våren i kombination med de fysikaliska förhållandena på de styva lerjordarna där, medför att en väl utförd såbäddsberedning och sådd här är av särskilt stor vikt, eftersom vattentillgången är den för groningen begränsande faktorn.

Tabell 2. Medelnederbörd för april, maj och juni i tre östliga och tre västliga län, 1931-1960. (Efter SMHI, 1969). - Average precipitation for April, May and June in three eastern and three western counties, 1931-1960. (After SMHI, 1969).

Län County	Ant stationer Number of stations	Nederbörd, mm Precipitation, mm		
		April April	Maj May	Juni June
Kalmar (H)	31	33	42	45
Södermanlands (D)	20	32	39	48
Uppsala (C)	12	33	32	49
Hallands (N)	19	47	47	64
Göteborgs o. Bohus (O)	20	42	38	54
Älvsborgs (P)	28	48	45	62

2.2.2 JORDARNA

En översikt över de svenska odlingsjordarna ges här som bakgrund till analysen av undersökningens resultat.

I början av 1950-talet publicerade geologen Gunnar Ekström kartan Åkermarkens matjordstyper (skala 1:2 miljoner; Ekström, 1953). I beskrivningen till kartan finns en översiktskarta (se fig 4) som visar landet uppdelat i 28 regioner. Regionerna 1-18 representerar områden med sedimentära jordar, medan regionerna 19-28 representerar områden med moränjordar.

De styvaste jordarna, med över 40 % ler, region 1-6, är lokaliserade till södra och mellersta Sverige. I Sydsverige återfinns de främst inom den allra sydvästligaste delen och i Mellansverige i trakterna kring Väneren, Vättern och Mälaren.

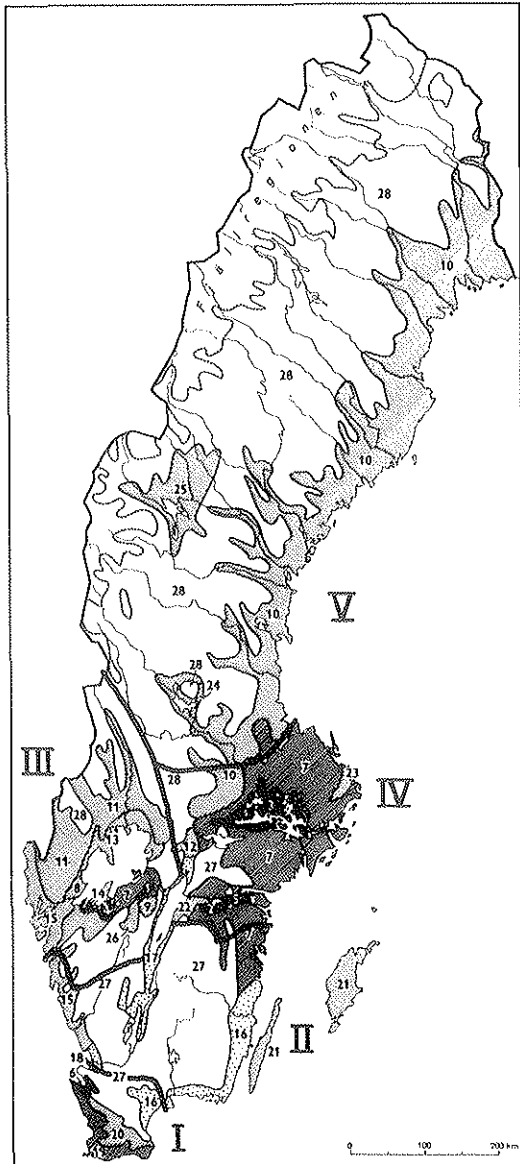
Nästa region, nummer 7, är ett heterogent lerjordsområde med vanligen 30-40 % ler. Den är framförallt lokaliserad till östra Mellansverige. Topografien är här avgörande för lerhalten, vilket innebär att denna i princip tilltar ju längre ner man kommer i dalgångarna. Vanligen är dock de styva jordarna längst ner i sänkorna överlagrade av organiskt material.

Nästa grupp av regioner, 8-15, har jordar med ett lerinnehåll som vanligen är 15-30 %, men ibland endast 5-15 %. För karaktären av jordar av denna typ är det också av betydelse vilken dominerande kornstorleksfraktion som finns förutom leret.

Hög mjälahalt kan ge jorden en instabil strukturkaraktär, med risk för igenslamning och skorpbildning som följd. Regionerna 8-11, lokaliserade som ett band från Väneren i söder till Norrbottens kustland i norr, har denna karaktär. Man bör emellertid observera att regionerna 10-11 även har stora områden med mojordar, i allmänhet med en lerhalt under 5 %.

Regionerna 12-14 domineras av finmo. Risken för skorpbildning och igenslamning är där inte fullt så stor som på mjälajordarna.

Region 15 ligger nära havet, vilket under landhöjningens gång svallat bort finare material, varför grovmofraktionerna i denna region är dominerande. Här föreligger inga igenslamnings- och skorpbildningsproblem. Följaktligen är dessa jordar ideala för odling av vårstråsäd.



Region, Region	Lerhalt, %, Clay content	Fraktioner av betydelse vid sidan av leret. Fractions of importance apart from the clay.
Raster Number	Screen Number	%

A

■	1-2	> 50	
■	3-6	40-50	
■	7	30-40	
■	8-9	15-30	
■	10*	5-30	Mjåla. Silt (0,002-0,02 mm)
■	11*	15-30	
■	12-14	15-30	Mo, mest finmo. Fine sand, mostly 0.02-0.06 mm.
■	15	15-30	Mo, mest grovmo. Fine sand, mostly 0.06-0.2 mm.
■	16-18	<5	Mo och sand. Fine sand (0.02-0.2 mm) and coarse sand (0.2-2 mm).

B

■	19	15-40
■	20	5-15
■	21**	15-30
■	22**	5-30
■	23**	15-30
■	24	5-15
■	25	5-30
■	26	5-15
■	27-28	<5

A = Sedimentära jordar. Sedimental soils.

B = Moränjordar. Till soils, in regions 19-26 formed from calcareous bedrock, in regions 27-28 formed from Archean bedrock.

** = Moränen normalt täckt med annan jord. The till soil normally covered with soil of another type.

Figur 1. Sverige indelat i regioner efter åkermarkens matjordstyper (Efter Ekström 1953). De romerska siffrorna, I-V, hänför sig till områden använda i analysen nedan. - Sweden divided into 28 regions on the basis of the dominating soil types in the plough-layer (After Ekström, 1953). The roman numerals, I-V, refer to districts used in the analysis below.

De återstående regionerna med sedimentära jordar, 16-18, har ett lerinnehåll under 5 %. Mo eller sand är här dominerande fraktion. Notera region 17 med dess issjösediment.

Moränjordar lämpade för odling återfinns i områden med kalkrik berggrund (regionerna 19-26).

Jordarna i region 19 med de baltiska moränerna härstammar från kritberggrund. Innehållet av block och sten är förhållandevis litet och regionen kännetecknas därför av en hög uppodlingsgrad. Jordarna i regionerna 20-26 härrör från kambrosilurberggrund. Nedanförl högsta kustlinjen har emellertid lermaterial av annat ursprung sedimenterat och täckt kambrosilurmoränen. Detta förhållande gäller regionerna 21-23.

Regionerna 27 och 28, slutligen, är belägna ovanför högsta kustlinjen. Urberggrunden ger här ett högt innehåll av sten och block i jordarna. Dessa regioner är främst lämpade för skogsbruk, men vissa arealer har blivit uppodlade sedan blocken och de större stenarna avlägsnats, vilket i huvudsak skedde under 1800-talet.

2.3 HISTORISK ÖVERSIKT ÖVER SÅBÄDDBEREDNING OCH SÄDD

Den ursprungliga metoden för sådd torde ha varit att placera utsädet i hål eller gropar åstadkomna med hjälp av grävkäpp eller hacka. Så småningom verkar utvecklingen ha gått mot placering av utsädet i fåror, på förhand uppkörda med hjälp av årder (Schultz-Klinken, 1977). Den första radsådden var därmed ett faktum.

Redan under andra årtusendet f Kr gjordes försök i Mesopotamien och Babylonien att mekanisera radsådden. Man använde sig därvid av en s k såplog. På denna matades utsädet ner i ett vertikalt rör som mynnade strax bakom billspetsen. Även kineserna använde tidigt ett slags såplog, hos dem försedd med två billar och sålåda (Eskeröd, 1973; Partridge, 1973).

Bredsådd för hand över öppna årder- eller plogfårer var i Västeuropa den förhärskande tekniken från järnåldern och fram till 1800-talets början (Schultz-Klinken, 1977).

Hur sådd i s k "öppen vinterfår" kunde te sig på 1700-talet har Lars Salvius beskrivit i sin redogörelse för tillståndet hos olika näringsgrenar i Uppland. Salvius skriver: "Så snart Kälen om Våren är utur Jorden och det börjar på gista up, sås Korn, Blandsäd och Hafra i Vinter Får, och köres strax nid med Trästock; dock icke mycket diupt, hvilket de kalla Ärja. Sedan harfvas Jorden 2. eller 3. gånger efter som bruket är hårdt til. Så snart Kornen äro rotade och börja löpa uti sprik, som de säja, kommer brodd vältningen, om stark torcka förnimmes, eller då det blir grönt, til 2. å 3. tum långt, och när Rägn fallit. Men om starckt Slagrägn kommer näst efter harfningen, måste Åkren å nyo harfvas, hvilket de kalla skorp-harfva" (Salvius, 1741).

Under 1800-talet blev såbäddsberedning före bredsådd vanligare. Det var då viktigt att strukturen i såbädden före sådd hölls grövre än kärnorna, så att dessa med tyngdkraftens hjälp fick möjlighet att nå såbäddens nedre del. Särskilt viktigt fann man detta vara vid liten tillgång på tillgängligt vatten för groning. Följande påpekande görs av Kylberg (1910): "Vid bredsådd åter, vare sig den nu sker för hand eller med maskin, äro krafven på jordens föregående behandling icke alldeles desamma som vid radsådd. Ytan bör nämligen därvid ej bibringas samma fina skick, ty myllningen underlättas, om den efter föregående behandling lämnats i någorlunda groft tillstånd. Beredningen före bredsådd avslutas också ofta med ett tämligen grovft harfdrag."

Med den tidigare omnämnda kinesiska såplogen som förebild började man i Västeuropa i slutet av 1500-talet att försöka mekanisera radsådden. Pionjärer var italienarna Torello och Cavalini (Partridge, 1973). På 1600-talet framkom flera prototyper, däribland den av tysken von Locatelli konstruerade Sembrador såmaskin (Partridge, 1973). Under det följande seklet var det många som ägnade sig åt att konstruera såmaskiner. Bland konstruktörerna märks Jethro Tull i England och Christoffer Polhem här i Sverige, båda verksamma vid 1700-talets början (Eskeröd, 1973).

När det gäller att få radsådd med maskin väl utförd är det tre krav som måste uppfyllas, nämligen en väl fungerande utmatning, en riktig djupplacering och en effektiv myllning. Man sökte vid denna tid uppfylla dessa krav genom olika tekniska lösningar.

Det är ingen tillfällighet att många såmaskinskonstruktioner framkom just under 1700-talet. En förändring av Europas jordbruk var nämligen på väg. Ditintills hade ju detta i det närmaste haft en medeltida kraktär. Förändringen initierades vid århundradets mitt genom den fysiokratiska skolans framväxt i Frankrike. De nya idéernas förgrundsgestalt var läkaren och nationalekonomen François Quesnay.

Fysiokraterna satte jordbruket i centrum för den ekonomiska utvecklingen och ansåg, i opposition till merkantilismen, att den enda källan till ett lands rikedom var dess jordbruk. Dessa idéer spreds ut över Europa och upptogs bl a av Arthur Young i England och Albrecht Thaer i Tyskland, vilka kan sägas vara initiativtagare till ett jordbruk, bedrivet på vetenskapliga grunder. Ett viktigt hjälpmedel för det nya jordbruket blev den begynnande fältförsöksverksamheten (Hjelm, 1977).

Carl von Linné var bland mycket annat intresserad av en förbättring av det svenska jordbruket. Detta intresse bidrog exempelvis till att han 1739 lät stifta Kungliga Svenska Vetenskapsakademien tillsammans med några likasinnade, av vilka Jonas Alströmer, Jacob Faggot och Mårten Triewald är de mest kända. Under återstoden av 1700-talet kom Akademiens Handlingar att spela en framträdande roll vid spridandet av de nya idéerna.

Som tidigare påpekats konstruerades under 1700-talet många olika såmaskiner, inte minst i vårt eget land. Ingen såmaskin fungerade emellertid riktigt bra i praktiken. En epokgörande förbättring av såmaskinen kom med det utmatningssystem som den engelske prästen James Cooke uppfann och på vilket han 1782 sökte patent. Detta utmatningssystem bestod av små skopor, monterade på en roterande vals i sålådans botten (Partridge, 1973).

Som längre fram skall visas skulle det dröja bortåt hundra år innan sådd med maskin skulle bli vanlig på de stora gårdarna i vårt land (Kuuse, 1970). På de små gårdarna skulle det t o m dröja till långt in på 1900-talet innan såmaskinen kom i allmänt bruk.

Mot bakgrund av vad som sagts ovan är det kanske mer förståeligt att Sakarias Westbeck, kyrkoherde i Österlövsta församling i Uppland, satte följande rubrik på en artikel 1755: "Et sätt at göda och så vigare än med sånings machin". Det är då att märka att han tidigare själv hade konstruerat en s k såningskärra. I sin artikel betraktade han såningsmaskinen som ett redskap "ganska kinkogt och senfärdigt för Åkermän". Istället rekommenderade han handsådd på markytan och därefter nedärjning (d v s nedmyllning med årder) samt harvning åtta dagar senare, för att härigenom behålla fukten nära kärnorna och för att åstadkomma en jämn yta vid skörden (Westbeck, 1755). Denne Westbeck var en av de många präster som gjorde aktiva insatser för att förbättra metoderna för sådd.

På 1760-talet skrev Johan Leche, medicinprofessor i Åbo, att det var till nackdel att använda harv vid myllning av utsäde i våt jord efter höstsådd. Anledningen till detta menade han var att harven inte kan placera kärnorna djupt nog, särskilt om efterföljande vår blir torr. Han föredrog årdret, eftersom han inte ansåg att såmaskinen var tillräckligt funktionsduglig. Vidare menade han att såmaskinerna var "för konstige och kostsamma för Almogen" och att ett redskap som var en förbättring av "plojen" (d v s årdret) var att föredra vid myllning av utsäde (Leche, 1764).

Kungliga Patriotiska Sällskapet grundades 1767, även det med syfte att förnya det svenska jordbruket. Sällskapets Hushållnings Journal (sedermera Ny Journal uti Hushållningen) kom också att få betydelse för spridandet av de nya idéerna.

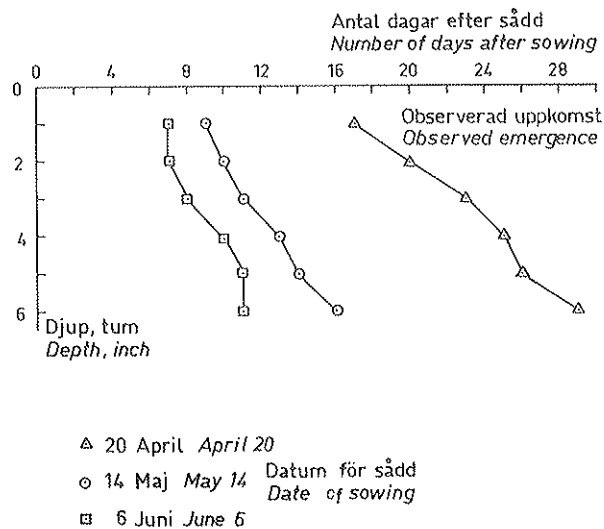
Det kan vara av intresse att lägga märke till att i en artikel om vårsådd, publicerad i Vetenskapsakademiens Handlingar på 1770-talet, så nämnde den tidigare förvaltaren vid Ultuna kungsladugård Johan Brauner inte någonting om såmaskinen (Brauner, 1772). Måhända ansåg han att den närmast var att betrakta som en maskin på experimentstadiet.

År 1782 framlade en av Linnés lärjungar, dåvarande komministern i Götene och Holmestads församlingar i Västergötland, Clas Bjerkander, resultat från ett fältförsök utfört samma år. I fältförsöket hade han sått olika kulturväxters frön på 1 till 6

tums djup och gjort mätningar av lufttemperaturen tre gånger om dagen. Dessutom hade han mätt nederbörden och observerat molnigheten (Bjerkander, 1782).

En del av Bjerkanders försöksresultat redovisas i figur 2. Därav framgår tydligt att tidsavståndet mellan sådd och uppkomst är beroende av sådjupet. Särskilt tydligt framträder detta vid tidig sådd. Det anmärkningsvärt stora maximala sådjupet som här kommit till användning, hör säkert samman med djupet vid myllning med årder, speciellt efter sådd i öppen fåra.

I England publicerade den tidigare omnämnde Cooke 1784 en beskrivning av sin uppfinning, den första riktigt brukbara såmaskinen (Anonymus, 1809). I Sverige sände inspektör Johan Fredrik Hedin år 1786 en modell av en myllharv till Patriotiska Sällskapet (Mossberg, 1804). Myllharven var en konstruktion som låg i linje med Johan Leches önskan om att få fram en årderkonstruktion mer lämpad för myllning av utsäde (Leche, 1764). Hedin fick en skådepenning av Sällskapet, och hans redskap kom att användas av många aktiva jordbrukare. (Samma typ av redskap finns avbildat i figur 3.)

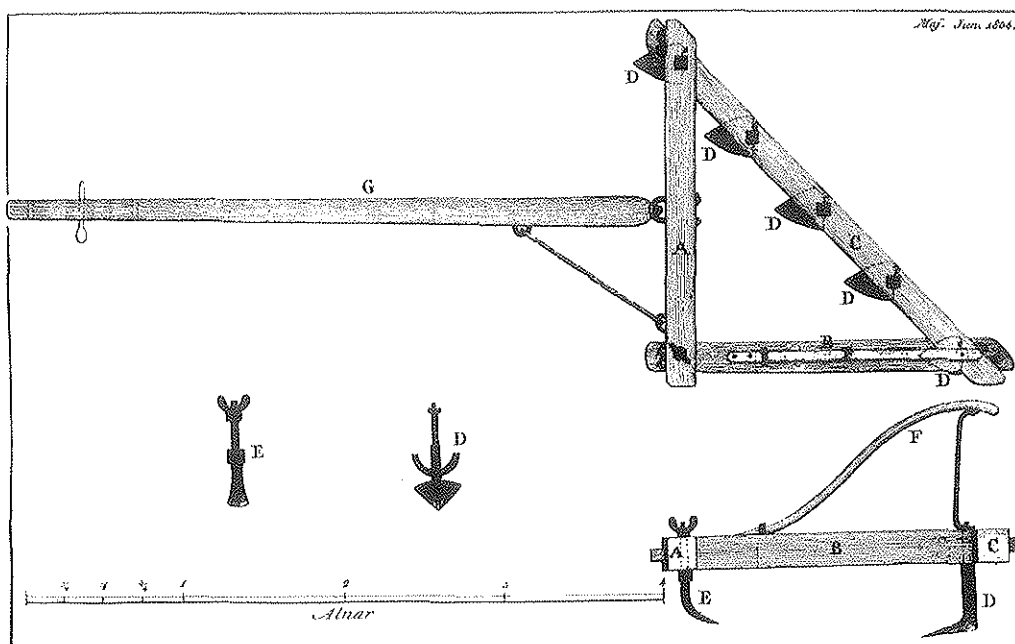


Figur 2. Sådjupsförsök utfört 1782. Dag för uppkomst (uttryckt som antalet dagar efter sådd) som en funktion av sådjupet. Kornkärnor såddes den 20 april, 14 maj och 6 juni på ett djup av 1-6 tum med 1 tums djupintervall. (Efter data från Bjerkander, 1782). - Sowing depth experiment carried out in 1782. Day of emergence (expressed as number of days after sowing) as a function of sowing depth. Barley seed were sown on April, May 14 and June 6 at a depth of 1-6 inches with 1 inch depth intervals. (After data from Bjerkander, 1782).

I tidens anda lät Patriotiska Sällskapetets Hushållnings Journal utlysa en pristävling 1786. Tävlingsuppgiften var att i en uppsats ge svar på följande fråga: "Hvilka äro de orsaker (utom väderlek) som i allmänhet mäst bidra till missväxter i vårt land?" En av dem som besvarade frågan var Peter Lagerholm. På ett klargörande sätt redogjorde han för vilken hänsyn man skall ta till vattenhalt och temperatur när man vill bestämma till vilket djup man skall så på våren. För torra förhållanden rekommenderade han djup sådd och myllning av utsädet med årder. För våta förhållanden tillrådde han däremot sådd nära ytan om temperaturen var låg, och något djupare sådd om temperaturen var hög (Lagerholm, 1788). För sin artikel belönades Lagerholm med Patriotiska Sällskapetets stora skådepenning i silver.

I en akademisk avhandling, som 1801 lades fram vid Åbo akademi, diskuterade sockneadjunkten Adolph Nordgren i Tammela såväl de positiva som de negativa konsekvenserna av att efter bredsådd mylla ner stråsådeskärnor med harv respektive med årder. Harven, menade Nordgren, placerar utsädet nära ytan och en del utsäde blir aldrig myllat. Han fann årdret vara bättre än harven och myllharven ännu bättre för myllning av utsäde (Hellenius, 1801).

Under de första åren på 1800-talet beskrevs, och utannonserades till försäljning i Stockholm, myllharvar tillverkade av ryttmästare H von Greiff i Finsta (von Greiff, 1802) och slussinspektör H C Mossberg i Arboga (Mossberg, 1804). Den sistnämnda



Figur 3. En myllharv konstruerad av H S Mossberg. (Mossberg, 1804). - A harrow with duckfoot share constructed by H S Mossberg. (Mossberg, 1804).

konstruktionen illustreras i figur 3. Dessa redskap, vilka för Leche 1764 endast hade varit en önskedröm, var nu under full fabrikation.

I en artikel publicerad 1802 i Danmark och sju år senare i Sverige, framhåller G Begtrup under rubriken "Fördelarne af radsåning", att kärnorna bör sås på lika djup, så att mognandet blir samtidigt (Begtrup, 1809). I anslutning till denna artikel publicerades en bibliografi som gällde såmaskinskonstruktioner fram till 1809 (Anonymus, 1809).

Den engelske prästen H J Close skrev 1810 att sådd på 1 tums djup var tillräckligt. Detta återfinns (ursprungligen i en engelsk tidskrift) i en artikel, som var en vägledning för användandet av Cookes såmaskin (Close, 1810).

År 1813 inledde Kungliga Lantbruksakademien sin verksamhet med syfte att verka för en förbättring av det svenska jordbruket. Samma år rekommenderade J Runbom i Huhålls-tidning myllharven, eftersom användningen av denna resulterade i en snabbare uppkomst (Runbom, 1813).

I en österikisk tidskrift publicerades 1819 en artikel, senare översatt till svenska (Anonymus, 1820), vari betonades att ett såddjup på 1/2-1 tum var tillräckligt. Gamla idéer om det lämpliga i att så till 3-4 tums djup hade således nu övergivits. Artikelförfattaren menade vidare att såmaskinen är det bästa redskapet i sammanhanget. Som alternativ skulle skumplogen kunna användas för nedmyllning av utsäde.

Vid världsutställningen i London 1851 visade det engelska företaget Garrett & Sons (vid denna tid den ledande såmaskinstillverkaren) en såmaskin som var en vidareutveckling av Cookes gamla idéer. Sådana såmaskiner importerades till Sverige, men även en inhemsk tillverkning kom nu igång. Det bör poängteras att det endast var brukarna av de stora gårdarna, som då under senare delen av 1800-talet hade tillräckligt med likvida medel för att kunna införskaffa såmaskiner. Detta visas av Kuuse (1970).

Kuuse har från bouppteckningar efter aktiva jordbrukare (4823 st) fått fram innehav av olika maskiner och redskap, däribland såmaskiner. Uppgifterna avser tre perioder (1860/61, 1890/91 och 1910/11) och tre län, nämligen Malmöhus (övervägande slättbygd), Uppsala (slätt- och skogsbygd) och Kronobergs (övervägande skogsbygd). Gårdarna har också delats in i fyra storleksgrupper (småbruk, mindre bondejordbruk, större bondejordbruk och storjordbruk).

Av tabell 3 framgår att 1860/61 var såmaskiner vanliga endast på de riktigt stora gårdarna i Malmöhus län. Trettio år senare (1890/91) var dessa maskiner vanliga såväl på storjordbruk som på större bondejordbruk både i Malmöhus och Uppsala län. I Kronobergs län var de vanliga endast på storjordbruk. (Observera dock den statistiska osäkerheten i det senare fallet.)

Tabell 3. Innehav av såmaskiner (%) grundat på bouppteckningsuppgifter från tre olika perioder, i tre län och inom fyra gårdsstorlekskategorier. Antalet undersökta bouppteckningar anges inom parentes. (Efter Kuuse, 1970). - Holding of seed drills (%) based on inventory data from three different periods, in three counties and in four farm size categories. The number of investigated inventories is given in parentheses. (After Kuuse, 1970).

Län County	1860/61				1890/91				1910/11			
	Gårdstyp Farm type				Gårdstyp Farm type				Gårdstyp Farm type			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
M			2 (67)	50 (14)	2 (249)	27 (129)	82 (50)		4 (250)	31 (220)	88 (130)	91 (41)
C					1 (111)	37 (41)	91 (12)		5 (119)	37 (109)	76 (38)	100 (8)
G		1 (196)					5 (19)	50 (2)	1 (328)	4 (208)	32 (22)	83 (6)

1 = småbruk small-holdings

2 = mindre bondejordbruk small farms

3 = större bondejordbruk large farms

4 = storjordbruk estates

M = Malmöhus län

C = Uppsala län

G = Kronobergs län

Ytterligare tjugo år framåt i tiden (1910/11) fanns en hel del såmaskiner även på de mindre bondejordbruken i de båda slättbygdsbetonade länen. I skogsbygdslandet (Kronobergs län) var emellertid såmaskinerna ännu ganska ovanliga på de mindre bondejordbruken. Småbruken i alla tre länen hade fortfarande 1910/11 såmaskiner i mycket liten utsträckning.

Under 1800-talets senare del och 1900-talets början användes sida vid sida flera olika metoder för sådd. Det förekom bredsådd för hand och nedmyllning med olika redskap. Såmaskiner fanns av tre typer: för bredsådd, för dibbling och för radsådd (Eskeröd, 1973).

Bredsådd med maskin användes när kvaliteten på såbädden inte var tillräckligt bra för radsådd. I jämförelse med bredsådd för hand, hade bredsådd med maskin flera fördelar. Maskinen sådde jämnare genom att den hade en reglerad utmatning, som sparade utsäde. Den var också bättre vid blåst. Dibblingsmaskinen var enkelt uttryckt en mekanisering av sådd med sättpinne (på engelska: dibble).

I slutet av 1850-talet utgav föreståndaren för Ultuna lantbruksinstitut Johan Arrhenius sin Handbok i Svenska Jordbruket (Arrhenius, 1860). Detta arbete, som omfattade tre band, var den första svenska jordbruksläran och utkom i sex upplagor under 40

års tid. Som hjälpmedel för sådd satte Arrhenius såmaskinen i första rummet. Bredsådd för hand med efterföljande nedmyllning med myllharv ansåg han vara en sämre, men dock godtagbar möjlighet. Däremot såg han användningen av årder som ett klart sämre alternativ.

Som tidigare påpekats dröjde det länge innan den nya tekniken för sådd med maskin trängde igenom. Även bruket att ärja ned utsädet levde länge kvar. I Skåne försvann detta förfarande på 1870-talet (Zachrisson, 1920) och i Vendel i norra Uppland på 1880-talet (Hübinette, 1923).

I slutet av 1880-talet blev fjäderharven vanlig. Under efterföljande decennium blev det svenska jordbruket oberoende av maskinimport. Istället kom en export av jordbruksmaskiner igång (Juhlin Dannfelt, 1913).

I början av vårt eget århundrade berörde Lars Henrik Kylberg dessa frågor i sin bok "Åkerjordens bearbetning" (Kylberg, 1910). Han angav där flera möjligheter för sådd och nedmyllning av utsäde. Sådden kan, framhöll Kylberg, ske antingen för hand (bredsådd) eller med maskin, och i det senare fallet antingen med bredsånings- eller radsåningsmaskin. Som redskap för myllning av bredsått utsäde nämnde han myllharv, skumplog eller harv. Kylberg påpekade vidare att såbädden vid bredsådd måste vara grov (vilket här tidigare också framhållits), för att kärnorna i samband med nedmyllning verkligen skall hamna tillräckligt långt ner i såbädden.

Som vi vet blir sådd i rader med maskin den alltmer förhärskande såddtekniken ju längre fram i vårt eget århundrade vi kommer. Emellertid har under senare år andra tankegångar förts fram vad gäller såddens utförande, såsom bandsådd, exaktsådd och direkt-sådd.

Sammanfattning. Som en summering av vad som ovan sagts, kan följande huvuddrag särskiljas:

Idén att använda maskin för sådd i rader med samtidig myllning tog påtaglig form i många uppfinnares konstruktionsförslag under 1600- och 1700-talen. Först med den maskin för vilken Cooke 1782 ansökte om patent, framkom emellertid en såmaskin som verkligen fungerade i praktiken.

Ungefär samtidigt konstruerades myllharvar i Sverige för nedmyllning av utsäde efter bredsådd. Redskap av denna typ var mer lämpade än årder och harv för myllning av utsäde. Myllharvar kom också att användas i vårt land under mer än hundra år. Först under senare delen av 1800-talet, sedan såmaskiner börjat fabrikstillverkas, blev såmaskiner vanligare på de större gårdarna. Det dröjde dock till långt in på 1900-talet innan dessa maskiner blev vanliga även på små gårdar.

Parallellt med förbättringarna på den tekniska sidan tilltog intresset för god utformning av såbäddarna. Innan radsåningsmaskinerna kom i bruk ansågs det bättre att ha ett grovt bruk i

såbädden före nedmyllningen, eftersom det var lättare att få ner kärnorna tillräckligt djupt om jordaggregaten var relativt stora i förhållande till kärnorna. Intresset för de fysikaliska förhållandena i såbädden växte när möjligheterna att reglera dessa blev något större än tidigare. Det kan också nämnas att en såbädd i vår mening är en företeelse som är helt betingad av radsåningsmaskinens införande.

2.4 SVENSK FORSKNING KRING SÅBÄDDSBEREDNING OCH SÅDD

Grundläggande likaväl som tillämpad forskning kring frågor som rör såbäddsberedning och sådd bedrivs här i landet inom sektorer med primär inriktning på mark, växter och teknik. Här följer en översikt över relevanta forsknings- och försöksprojekt, avslutade eller ännu pågående.

2.4.1 MARKINRIKTAD FORSKNING

Markinriktad forskning kring såbäddsberedning och sådd bedrivs vid Avdelningen för jordbearbetning inom Institutionen för markvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Tidigare utgjorde grundläggande forskning och försöksverksamhet på jordbearbetningsområdet en del av verksamheten först vid Institutionen för allmän jordbrukslära och sedan vid Institutionen för växtnäringslära och jordbearbetning, båda vid dåvarande Lantbrukshögskolan. I centrum har här framför allt stått studiet av sambandet mellan olika jordars egenskaper och såbäddsberedning och sådd.

Vid Institutionen för allmän jordbrukslära genomfördes våren 1939 (Eriksson, 1940) en resa för att studera såbäddsberedning och sådd inom de större jordbruksområdena i landet. (Mer härom i avsnitt 2.5.)

I fältförsök med såbäddsberedning på våren prövades till in på 1960-talet olika redskapstypers inverkan på avkastningen, varvid även antalet arbetsoperationer beaktades (Torstensson & Nilsson, 1954a, 1954b; Nilsson & Henriksson, 1968; Nilsson, 1977b). Frågornas komplexitet gjorde det emellertid svårt, även med hjälp av internationell litteratur, att analysera och utvärdera resultaten av dessa försök. I slutet av 1960-talet stod det därför klart att även andra typer av undersökningar borde prövas. Vid Jordbearbetningsavdelningen startades därför tre projekt som gällde förutsättningar, mål och medel för såbäddsberedning och sådd (i första hand av vårstråsäd):

- (1) Förutsättningarna studerades med hjälp av en stickprovsundersökning, som genomfördes under åren 1969-1972 (Kritz & Håkansson, 1971; Kritz, 1973, 1976a, 1976b, 1979).
- (2) Målen formulerades efter studier av såbäddens funktion i modellförsök i plastlådor under fältförhållanden. Såbäddar byggdes här upp och studerades under torra förhållanden

såväl som vid skorpbildning (Håkansson & von Polgár, 1976, 1977, 1979a, 1979b, 1983).

- (3) Medlen studerades genom att harvarnas arbetssätt och arbetsresultat undersöktes (Henriksson, 1974, 1979; Olsson, 1975, 1978).

Under årens lopp har även andra projekt inom denna sektor genomförts. Höstharvningsförsök (Henriksson, 1974) har visat att en utjämning av tiltan på hösten ofta ger en förbättrad såbädd på våren. Försök med vårbruk efter utebliven höstplöjning har även genomförts (Nilsson, 1977b), liksom försök avseende verkan av vältning efter vårsådd (Torstensson, Ohlsson & Nilsson, 1954; von Polgár & Håkansson, 1977). Likaså har jordfräsens användning vid höstsådd och vårsådd studerats (Grönevik, 1961, 1962).

Sedan slutet av 1960-talet studeras kombisådd, d v s sådd i kombination med radmyllning av konstgödsel. Denna har visat sig medföra ett snabbare och effektivare utnyttjande av konstgödseln (Heinonen & Huhtapalo, 1968, 1978; Huhtapalo, 1982).

Fältförsök som gäller kombinerad såbäddsberedning och sådd har utförts med hjälp av Sockerbolagets (SSA) vårbruksmaskin (Håkansson & von Polgár, 1973). Verkan av ett kraftuttagsdrivet redskap kombinerat med en såmaskin har också undersökts (Cederlund, 1982).

Möjligheten att så direkt utan föregående bearbetning av jorden undersöktes redan på 1960-talet, men då utan större framgång. Dessa försök har emellertid nu tagits upp på nytt av Sveriges Oljeväxtodlares Centralförening (Cedell, 1981) och inom Jordbearbetningsavdelningen. Framgången har denna gång varit större, mycket beroende på att en bättre maskinell utrustning nu stått till buds.

Våren 1973 genomfördes vid Jordbearbetningsavdelningen en intervjuundersökning för att utröna eventuella skadeverkningar av extremt tidig vårsådd. I östra Mellansverige och delar av Västsverige undersöktes 104 fält på 42 gårdar, vars brukare intervjuades (Engström, 1974).

Under senare år har också de speciella problemen i samband med sådd av sockerbetor och en del andra småfröiga växter undersökts. Småfröiga växters krav på såbädden studerades av Håkansson och von Polgár samt av Holmgren (1974).

Såbäddens ytutformning och vattenhalt har undersökts (Sintorn, 1974). Försök med bevattning i såbillsfåran har genomförts. Försök har vidare utförts dels med efterredskap till såmaskiner (von Polgár, 1982), dels med såmaskiner med vingbillar (Huhtapalo, 1980, 1981). Djup sådd på mjälarika jordar har också studerats (Håkansson & von Polgár, 1979a).

2.4.2 VÄXTINRIKTAD FORSKNING

En forskning som sätter växten i centrum när det gäller såbäddsberedning och sådd bedrivs vid Institutionen för växtodling, SLU. Sedan 1960-talets mitt undersöks här i växthus och klimatkammare reaktionen i såbädden hos frön från olika kulturväxter och ogräs. Avsikten med detta är att få fram grunddata som underlag för klarläggande av frågor om såväl såbäddens utformning som såddjup etc (Hallgren, 1974; Håkansson, 1975, 1979, 1982).

Frågan om olika radavstånd och utsädesmängder studeras sedan 1960-talet. Radavståndsförsöken har visat att relativt små radavstånd oftast ger något ökad skörd i jämförelse med större radavstånd. För närvarande pågår fältförsök, där olika radavstånd och olika billtyper jämförs vid skilda utsädesmängder.

2.4.3 TEKNISKT INRIKTAD FORSKNING

Skilda tekniska lösningar för såbäddsberedning och sådd studeras vid Institutionen för arbetsmetodik och teknik vid SLU. Möjligheten att genomföra hela vårbruket i en körning undersöktes i början av 1960-talet. Att utföra alla arbetsoperationer på en gång visade sig dock inte i praktiken möjligt med de redskap som då fanns (Persson, 1963). Ur dessa undersökningar utvecklades emellertid principerna för kombisåmaskinerna som sedan utvecklades vidare vid Jordbearbetningsavdelningen, i samarbete med Institutionen för arbetsmetodik och teknik.

Under vårarna 1965 och 1967 genomfördes en stickprovsundersökning, som gällde förhållandena i ett antal såbäddar (Bågenholm, 1967; Möller, 1967. Mer härom i avsnitt 2.5.)

Harvpinnarnas och såbillarnas funktion har också studerats. Betydelsen av såbillens form för utsädet's placering i såbädden undersöktes i fält och på laboratorium (Möller, 1975). Detta ledde till modifieringar av de såbillar som används inom dagens lantbruk. Studier av pneumatisk transport av utsädet till såbillarna pågår i samarbete med Skurupverken (Leuchovius, 1980).

Vid Jordbrukstekniska institutet i Uppsala studeras för närvarande principerna för såbäddsberedning och sådd i en enda arbetsoperation. Man undersöker här de praktiska möjligheterna att bredså på ett bestämt djup.

2.5 STICKPROVSUNDERSÖKNINGAR AV SÅBÄDDAR

Det har länge funnits behov av att undersöka vilka förhållanden som råder i såbäddar för vårstråsäd i olika delar av landet. Ett tidigt belägg för detta intresse utgör den undersökningsresa genom landet, vilken genomfördes våren 1939 av Sigurd Eriksson vid dåvarande Institutionen för allmän jordbrukslära vid Lantbrukshögskolan. Eriksson studerade därvid såbäddsberedning

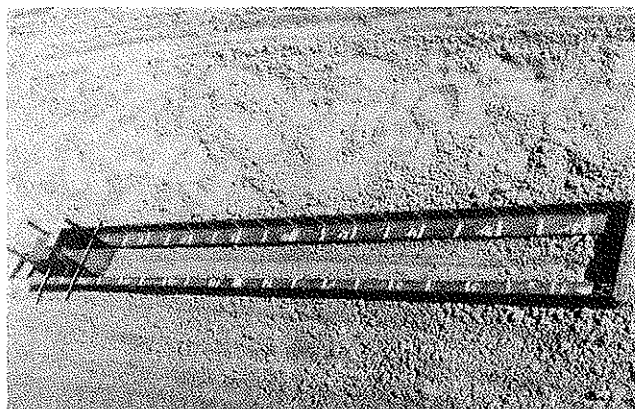
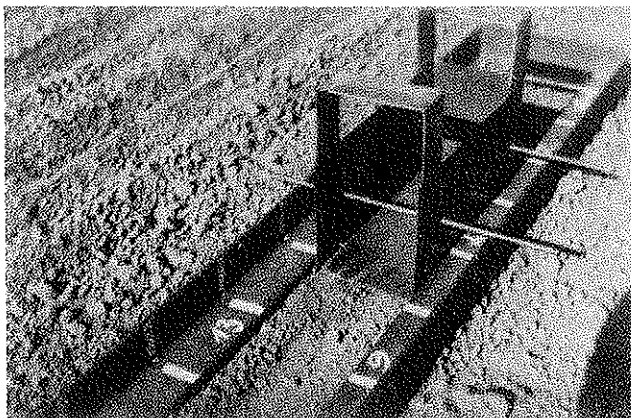
och sådd inom de flesta större jordbruksområden i Sverige (Eriksson, 1940). Förhållandena observerades och dokumenterades. Jordprover insamlades för laboratoriebestämning av kornstorleksfördelning och mullinnehåll.

Först under de senaste två decennierna har mellertid insatserna inom detta område blivit så omfattande och systematiska att en någorlunda fast grundval lagts för analys av de relevanta orsakssammanhangen.

Vid Institutionen för arbetsmetodik och teknik utfördes under 1960-talet en stickprovsundersökning för att få fram data om förhållanden i såbäddarna på olika gårdar (Möller, 1967; Bågenholm, 1967). Under två vårar, 1965 och 1967, undersöktes därför sammanlagt 107 provplatser i Skåne, Uppland och Västmanland.

Utsädets placering och vattenhalten i såbädden bestämdes. Provtagningarna utfördes med hjälp av en hyvlingsmetod av samma typ som Breitfuss (1954) beskriver (se figur 4). Den vertikala fördelningen av utsädet tillmättes störst intresse i denna stickprovsundersökning.

På Avdelningen för jordbearbetning i slutet av 1960-talet gjorde den stora satsningen på att försöka besvara frågor som rörde såbäddsberedning och sådd, var det naturligt att först studera bl a själva förutsättningarna för såbäddsberedning och sådd. Tiden omedelbart efter sådd är oftast mest lämpad för karakterisering av en såbädd, eftersom kärnorna då fått den första kontakten med sin gröningsmiljö. Den nedan presenterade stickprovsundersökningen planerades därför med avsikten att på ett antal representativt utvalda provplatser omedelbart efter sådd göra mätningar och provtagningar i såbädden, samt att inhämta en allmän information om de olika provplatserna.



Figur 4. Skopa och stålram använd av Breitfuss (1954). - Scoop and steel frame used by Breitfuss (1954).

Den egna undersökningen. Under åren 1969-1972 genomfördes en stickprovsundersökning på 300 fält, approximativt fördelade i landet som den vårsådda arealen. På varje fält bestämdes bearbetningsdjupet, markytans och bearbetningsbottens ojämnhet, aggregatstorleksfördelningen samt kärnornas djupfördelning. Jordprov togs också för en senare bestämning av vattenhalten, vattenbindande egenskaper, mekanisk sammansättning och mull-innehåll.

Den analys av mätvärdena som företagits har visat viktiga skillnader mellan olika områden och jordar. Tyvärr har ingen detaljerad jämförelse kunnat göras mellan denna undersökning och den som utfördes av Möller (1967) och Bågenholm (1967). Orsaken till detta är olikheter ifråga om typ av insamlade data.

Resultat och analyser har hittills publicerats i fyra rapporter under den samlande rubriken "Såbäddens utformning på vårsådda fält". Rapporternas innehåll kan sammanfattas på följande sätt:

- (1) Beskrivning av använda metoder och redovisning av resultat från 115 provplatser under åren 1969-1970 (Kritz & Håkansson, 1971).
- (2) Använda maskiner, resultat från 300 provplatser åren 1969-1972, och kontrollerande analys av stickprovets representativitet (Kritz, 1973).
- (3) Redovisning av samtliga primärdata från 300 provplatser åren 1969-1972 (Kritz, 1976a).
- (4) Allmän översikt och en inledande analys av resultat från 300 provplatser vad beträffar de viktigaste faktorerna för groning och uppkomst (Kritz, 1976b). En stor del av den rapporten är integrerad i föreliggande avhandling.

När stickprovsundersökningen genomfördes hade såvitt bekant ingen liknande undersökning gjorts utanför Sverige. Senare har i Danmark under åren 1972-1974, med denna undersökning som förebild, genomförts en undersökning på 84 provplatser (Rasmussen, 1981). Jämförelser mellan de båda undersökningarna görs i fortsättningen.

3. UNDERSÖKNINGENS METODER

De i undersökningen använda metoderna har tidigare beskrivits av Kritz & Håkansson (1971) samt av Kritz (1979). Metodiken utformades speciellt för denna undersökning men har sedermera kommit till användning även i andra sammanhang.

3.1 UTTAGNING AV PROVPLATSER

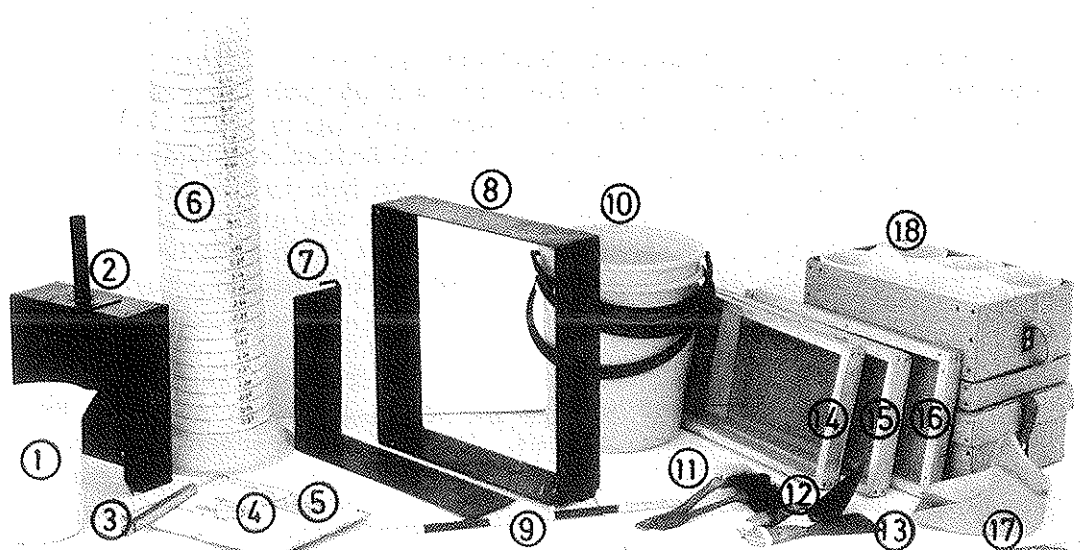
Den som utförde undersökningen bestämde sig för att köra en viss väg med sin bil genom ett område där han på goda grunder kunde anta att sådd pågick. Han stannade vid varje fält där han iakttog en såmaskin i arbete, gick ut på fältet och frågade den som utförde sådden, vanligen brukaren, om det var möjligt dels att ställa några frågor kring sådden, dels att utföra mätningar och provtagningar i såbädden. Så snart undersökaren fått tillräckligt många provplatser i det aktuella området, fortsatte denne till ett nytt område.

Med den urvalsmetod som här beskrivits är risken liten för att såbäddsberedning och sådd utförs på annat sätt än vad som är normalt på de provtagna fälten. Bortfallsprocenten i denna undersökning var låg (1 %), eftersom det endast i undantagsfall hände att någon avböjde att delta i undersökningen.

För uttagning av provplatser skulle man givetvis kunnat använda andra tillvägagångssätt. Ett sådant kunde ha varit att slumpmässigt ta ut ett antal adresser från ett gårdsregister varefter de aktuella brukarna kontaktades. Bortfallsprocenten skulle dock då otvivelaktigt ha kunnat bli ganska stor. Ett ännu allvarligare problem torde ha varit att sättet för såbäddsberedning och sådd förmodligen skulle ha påverkats av att brukarna i förväg vetat om att provtagning skulle ske. Härigenom kunde de insamlade uppgifterna ha förlorat en del av sin statistiska representativitet.

En möjlighet att bemästra de ovan skisserade problemen skulle kunna ha varit att be någon i området att rapportera när sådden påbörjades på de utvalda gårdarna. Förmodligen skulle bortfallet då blivit litet, eftersom troligen inte många skulle ha avböjt att medverka, när undersökaren kommit oanmäld till de tilltänkta provplatserna. Detta tillvägagångssätt hade lämpat sig särskilt bra för små områden. I gengäld hade det emellertid då varit nödvändigt att antingen ha flera undersökare i arbete eller att lång tid tillåtits förflyta mellan sådden och undersökningstillfället. I det senare fallet skulle dock mycket av jämförbarheten mellan de olika provplatserna ha gått förlorad.

Genom det valda tillvägagångssättet har i stort sett de nackdelar undvikits som de skisserade alternativa metoderna är behäftade med.



Figur 5. Utrustning för mätningar och provtagningar i såbädden enligt den använda metoden. (1) Mätkärl, 20 dl, graderat i dl. (2) Stålskopa, 25x25x10 cm. (3) Tumstock. (4) Stoppur. (5) Undersökningsformulär. (6) Mätcylinder, höjd 55 cm, diameter 14,5 cm, graderad i cm av såbäddens djup. (7) Stålvinkel, 40x25x10 cm. (8) Stållram 40x40x10 cm. (9) Linjal, 5 dm, dm-markeringar. (10) Plasthinkar eller plastbaljor, 10 l. (11) Borstar. (12) Murslev. (13) Spackelspade av stål. (14) Säll, maskstorlek 5 mm 40x25x3 cm. (15) Säll, maskstorlek 2 mm, 40x25x3 cm. (16) Sällbotten 40x25x3 cm. (17) Plastskopa. (18) Plastburkar, 1000 ml, med hermetiskt tillslutande lock för jordprover. Måttband, 25 m, och termometrar visas ej här.

- Equipment for seedbed measurements and samplings according to the method used. (1) Measuring vessel, 20 dl, graded in dl. (2) Steel scoop, 25x25x10 cm. (3) Folding ruler. (4) Stop watch. (5) Record form. (6) Measuring cylinder, height 55 cm, diameter 14.5 cm, graded in cm seedbed depth. (7) Steel side wing, 40x25x10 cm. (8) Steel frame, 40x40x10 cm. (9) Ruler, 5 dm markings. (10) Plastic buckets or vessels, 10 l. (11) Brushes. (12) Trowel. (13) Steel spatula. (14) Sieve, mesh size 5 mm, 40x25x3 cm. (15) Sieve, mesh size 2 mm, 40x25x3 cm. (16) Sieve bottom, 40x25x3 cm. (17) Plastic scoop. (18) Plastic pots, 1000 ml, with air-tight lids for moisture samples. Measuring tape, 25 m, and thermometers are not visable here.

3.2 BESTÄMNINGAR PÅ PROVPLATSERNA

Syftet med undersökningen var att med utgångspunkt från uppmätta data erhålla en överblick över förhållandena vid tiden för sådd. Bestämningen av vissa variabler kan i den använda metoden ibland anses grov, eftersom varje provplats endast kunde ägnas en begränsad tid.

3.2.1 ALLMÄN INFORMATION

Som en komplettering till mätningarna och provtagningarna i såbädden insamlades viss allmän information. Genom den erhålls en klarare uppfattning om den aktuella situationen på varje provplats. Informationen inhämtades genom att undersökaren vid ankomsten till fältet gjorde en intervju, vanligen med den som utförde sådden (se fältprotokollsblankett, figur 46 i appendix).

Den intervjuade tillfrågades först om denne var brukare, familjemedlem eller anställd. Därefter noterades gårdsstorleken, det aktuella fältets areal och vilken gröda som såddes. Den tillfrågades bedömning av brukningsförhållandena och av såbäddens struktur och fuktighet antecknades även. Vidare ombads den intervjuade att bedöma såbäddens djup och sådjupet. För varje genomförd bearbetning noterades uppgifter om datum, slag av bearbetning, redskap och traktortyp. Slutligen tillfrågades den intervjuade om fältet ifråga var avsett att vältas efter sådden.

Undersökaren markerade provplatsen på en karta och bedömde också lerhalt och mullhalt. Ett kort överlämnades till den intervjuade att besvaras och postas omkring tre veckor senare (figur 47 i appendix). På kortet skulle tre uppgifter lämnas. Den första uppgiften var om vältning utförts efter sådden eller ej. Den andra gällde kvaliteten på uppkomsten och i händelse av dålig uppkomst en bedömning av orsaken till denna. Den tredje uppgiften gällde en allmän bedömning av risken för dålig uppkomst p g a torka respektive skorpbildning på fältet i fråga. Härutöver infordrades uppgifter om uppkomstdatum och om eventuella nederbördsdagar.

3.2.2 MÄTNINGAR OCH PROVTAGNINGAR

Innan mätningarna i såbädden utfördes, bestämdes den hastighet varmed traktorn med såmaskinen framfördes. Därvid användes ett 25 m långt måttband och ett tidtagarur. På djupet 20 cm placerades två kvicksilvertermometrar för uppmätning av den aktuella jordtemperaturen där. Den utrustning som användes vid mätning och provtagning i såbädden visas i figur 5. Utrustningen användes på följande sätt: En 40 cm x 40 cm stor stålram (figur 6) med höjden 10 cm, pressades med handkraft vågrätt ned i såbädden. En stålvinkel, 25 cm x 40 cm, fogades sedan till ramens utsida.

För att få ett enkelt ojämnhetsvärde för markytan (figur 7 a) lades en linjal på den vågrätt liggande ramen och med hjälp av en tumstock bestämdes höjden för högsta och lägsta punkt inom ramen. Detta gav underlag för beräkning av ett ojämnhetsvärde.

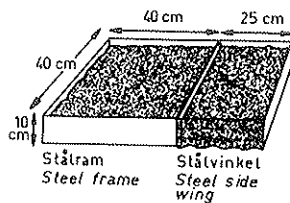
Med hjälp av en plastskopa (figur, 7 b och c) överfördes allt löst material inom stålramen till mätcylindern. I denna kunde såbäddens djup i cm direkt avläsas. Såbäddens botten preparerades fram med hjälp av en murslev och en borste. Bestämning av ojämnheten i botten utfördes därefter på samma sätt som bestämningen av ytojämnheten.

När sidovinkeln fogades till ramen erhöles inom vinkeln en yta av $0,1 \text{ m}^2$, vilken begränsades av stälkanter på tre sidor. Genom den fjärde öppna sidan, kunde sedan en 25 cm bred stålskopa föras in för att ta ut de tre lager som såbädden uppdelades i (figur 8, a och b). Material från varje lager fördes över till sällsatsen, som innehåller såll med maskstorlekarna 2 och 5 mm. Tre aggregatstorleksfraktioner erhöles således: mindre än 2 mm, 2-5 mm och större än 5 mm (figur 8, c och d). Volymen hos de olika fraktionerna bestämdes med hjälp av ett mätkärl av plast (figur 8 e).

Stråsådeskärnorna återfanns i regel på 2 mm-sället och räknades där för varje uttaget lager. När jorden från ett lager sållats i aggregatstorleksfraktioner och volymen mätts, blandades fraktionerna åter och överfördes till plastburkar för vattenhaltsbestämning på laboratoriet. Prov för vattenhaltsbestämning togs också ut i ett cirka 2 cm tjockt skikt från såbäddens botten och nedåt.

Vid varje provplats gjordes som regel tre parallellbestämningar med ett inbördes avstånd av 3 m. På varje provplats togs dessutom två jordprov ut för kompletterande fysikaliska analyser på laboratoriet. Dessa analyser innefattar bestämning av vattenhalten vid de vattenavförande trycken 1, 10 och 150 m vattenpelare (se vidare Andersson & Wiklert, 1972), av kornstorleksfördelningen och av mullhalten. Kornstorleksfördelningen bestämdes med pipettmetoden och mullhalten genom att antingen glödningsförlusten eller halten organiskt kol fastställdes.

I de fall utsädet på provplatsen var småfröigt eller av annan anledning svårt att iakttä, togs lager ut i nära anslutning till den yta där de andra mätningarna och provtagningarna utförts.



a



b

Figur 6. (a) Den använda stålramens och stålvinkelns storlek. (b) Stålvinkeln just fogad till stålramen. - (a) Size of the steel frame and steel side wing used. (b) The steel side wing is being fitted to the steel frame.

Materialet fördes till laboratoriet för groning och senare räkning av antalet uppkomna plantor.

3.2.3 BERÄKNINGAR

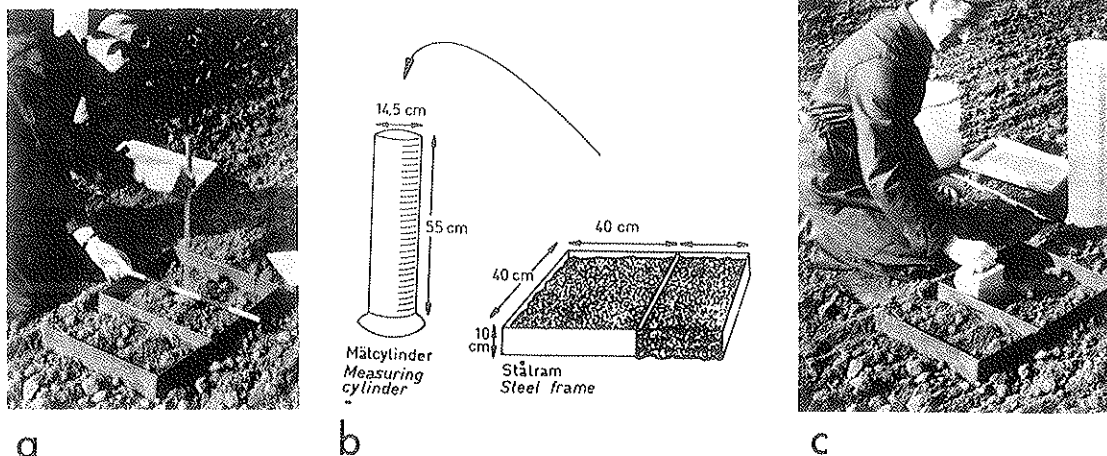
En redogörelse för utförda beräkningar har tidigare publicerats av Kritz & Håkansson (1971). Följande parametrar har regelmässigt bestämts:

Ojämnhetsvärdena för såbäddens yta och botten, Δz_S och Δz_B (cm), är medelvärden av de inom stålramen uppmätta maximala höjdskillnaderna för ytan respektive för botten.

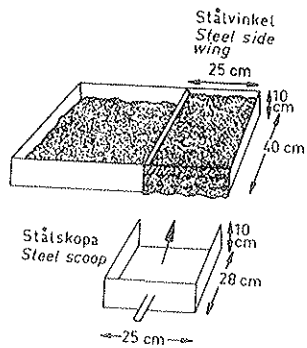
Uppmätta djupet för såbädden, $z_{b,m}$ (cm), är medeltalet av de djupvärdena för såbädden inom stålramen, erhållna med hjälp av mätcylindrar.

Aggregatstorleksfördelningen. Den procentuella fördelningen av aggregatfraktionerna i lager 1, 2 och 3, $x_{<2,L1}$, $x_{2-5,L1}$, $x_{>5,L1}$ etc, beräknades på följande sätt: Volymvärden från upprepningarna summeras i varje lager för de tre fraktionerna, mindre än 2 mm, 2-5 mm och större än 5 mm. Dessa volymvärden betecknas $V_{<2,L1}$, $V_{2-5,L1}$, $V_{>5,L1}$ etc. Efter detta summeras fraktionsvolymerna inom varje lager enligt typschemat

$$V_{<2,L1} + V_{2-5,L1} + V_{>5,L1} = V_{L1} \text{ o s v.}$$



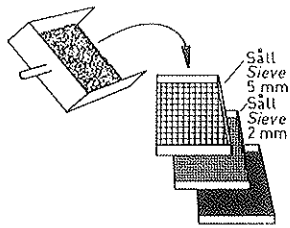
Figur 7. (a) Ett enkelt ojämnhetsvärde erhöles med hjälp av en linjal lagd på ramen. Med en tumstock bestämdes den högsta och den lägsta punkten inom ytan. (b) & (c) Löst material inom ramen överfördes med hjälp av en plastskopa till mätcylindern där såbäddens djup direkt kunde avläsas. - A simple roughness value was obtained with help of a ruler put on the frame. A folding ruler was used to determine the highest and lowest points of the soil surface inside the frame. (b) & (c) Loose material was transferred using a plastic scoop from inside the frame to the measuring cylinder where the depth of the seedbed could be directly determined.



a



b



c



d



e

Figur 8. (a) & (b) Såbädden mellan stålramens ena sida och stålvinkeln delades i tre jämntjocka lager med en 25 cm bred stålskopa. (c) & (d) Det uttagna materialet överfördes till sållarna där sållningen gav tre fraktionsstorlekar; på 2 mm:s sållet räknades dessutom antalet utsädeskärnor. (e) Volymmätning av en av aggregatstorleksfraktionerna. - (a) & (b) The seedbed between one side of the steel frame and the steel side wing was divided into three equally thick sublayers by a 25 cm wide steel scoop. (c) & (d) the soil from each sublayer was transferred to the sieves, where sieving gave three aggregate size fractions; on the 2 mm sieve the number of seeds in each sublayer was counted. (e) Volume measurement of one of the aggregate size fractions.

Summan betecknas alltid V_{L1} etc. Procentsatsen för fraktionerna i de olika lagren beräknas sedan enligt följande typformel:

$$x_{<2,L1} = \frac{100 V_{<2,L1}}{V_{L1}}$$

Tjockleken av lager 1, 2 och 3, d_{L1} , d_{L2} respektive d_{L3} (cm), beräknas med hjälp av såbäddens djup, de olika lagervolymererna och den totala volymen hos såbädden. Det samband som använts är:

$$\frac{d_{L1}}{z_{b,m}} = \frac{V_{L1}}{V}$$

som ger följande lagertjocklek

$$d_{L1} = \frac{z_{b,m} V_{L1}}{V}$$

där

- d_{L1} : lagertjocklek (cm)
 - $z_{b,m}$: såbäddens djup (cm)
 - V_{L1} : lagervolym inom provytan (dl)
 - V : såbäddens totala volym inom provytan (dl);
- $$V = V_{L1} + V_{L2} + V_{L3}$$

Analoga beräkningar görs för lager 2 och 3.

Utsädetts fördelning på lager 1, 2 och 3, s'_{L1} , s'_{L2} och s'_{L3} (antalet kärnor per m^2 och cm lagertjocklek), beräknades med lager 1 som exempel) genom användning av följande ekvation: ursprungligen som utgångsvärden för uppritandet av de sk såbäddsprofilerna (se figur 10) för de enskilda provplatserna på följande sätt (här med lager 1 som exempel):

$$s'_{L1} = \frac{s''_{L1}}{n \cdot A \cdot d_{L1}}$$

där

- s'_{L1} : antalet kärnor per m^2 och cm lagertjocklek för lager 1
- s''_{L1} : summa antal kärnor i lager 1, vilket har volymen $n \cdot A \cdot d_{L1}$
- n : antalet upprepningar
- A : den yta som sidovinkeln avgränsar (m^2)
- d_{L1} : lagertjocklek (cm)

Eftersom ytan är 0,1 m² och antalet upprepningar 3, sätts A = 0,1 och n = 3. Man kan nu skriva

$$s'_{L1} = \frac{s''_{L1}}{3 \cdot 0,1 \cdot d_{L1}} = \frac{10 s''_{L1}}{3 \cdot d_{L1}}$$

I denna avhandling har däremot utom i figurerna 10 och 48 utsädets djupfördelning karakteriserats på följande sätt. Den procentuella andelen kärnor i lager 1, 2 och 3 har beräknats och betecknats s_{L1} , s_{L2} respektive s_{L3} .

Mediansådjup, $z_{s,50}$ (cm), beräknades med hjälp av följande ekvation:

$$z_{s,50} = \frac{z_2 - z_1}{s_2 - s_1} (c - s_1) + z_1$$

där

- $z_{s,50}$: mediansådjup (cm)
- z_1 : den övre begränsningsnivån för aktuellt lager (cm), d v s det lager inom vilket mediansådjupet ligger
- z_2 : den undre begränsningsnivån för aktuellt lager (cm)
- s_1 : kumulativ procentandel kärnor vid den övre gränsen för aktuellt lager
- s_2 : kumulativ procentandel kärnor vid den undre gränsen för aktuellt lager
- c : en konstant = 50, som står för kärnandelen 50 procent.

Aktuell vattenhalt i lager 1, 2, 3 och bottenlagret $w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$, $w_{a,L3}$ respektive $w_{a,LB}$ (viktprocent) ges som medelvärden.

3.2.4 KONTROLL AV MÄTMETODEN

En del kontrollbestämningar har utförts för studierna av den använda mätmetodens tillförlitlighet.

För att kontrollera noggrannheten av vissa variablers uppmätning användes en volymmättningsapparat, som vanligen begagnas för mätningar i fältförsök där jordpackningens verkningar studeras. Denna apparat har beskrivits av Håkansson (1976). Den består av en stålram som mäter 70,7 cm x 70,7 cm och en mätram med 196 mätstavar. Med denna anordning är det möjligt att bestämma medelhöjden och ojämnheten inom den givna ytan, i detta fall 0,5 m². Vidare går det att fastställa såbäddens djup och lagertjocklekarna. Detta möjliggör jämförelser med motsvarande värden framtagna med hjälp av mätcylinder enligt den använda metoden.

Tabell 4. Resultat från kontrollmätningar av såbäddens djup på lerjordar med hjälp av mätcylinder respektive volymmättningsapparat enligt Håkansson (1976). Värden från Henriksberg 1978-05-25 och Kasby 1978-06-01 nära Uppsala. - Results from control measurements of seedbed depth in clay soils using a measuring cylinder (A) and a volume measuring apparatus (B) according to Håkansson (1976). Values from Henriksberg 1978-05-25 and Kasby 1978-06-01 near Uppsala.

Plats	Såbäddens djup (cm)		A-B	$\frac{(A-B)100}{B}$
Place	Seedbed depth (cm)		(cm)	B
	Mätcylinder, A	Volymmättningsapparat, B		
	Measuring cylinder, A	Volume measuring apparatus, B		
Henriksberg	I	5,60	5,46	0,14 2,6
	II	5,12	4,97	0,15 3,1
	III	4,48	4,20	0,28 6,7
	IV	5,76	5,72	0,04 0,7
Kasby	I	4,16	4,02	0,14 3,5
	II	4,00	3,89	0,11 2,8
	III	5,12	5,13	-0,01 -0,2
	IV	4,80	4,71	0,09 1,9
	V	4,48	4,42	0,06 1,4
	VI	4,64	4,63	0,01 0,3
	VII	5,12	5,37	-0,25 -4,6

I tabell 4 visas resultat från mätningar av såbäddens djup enligt den i undersökningen använda metoden och resultat från utförda kontrollmätningar. Det framgår här att resultaten från mätcylindern (A) nära överensstämmer med resultaten från kontrollmätningen med volymmättningsapparaten (B). Härav följer att mätningarna med cylindern i den använda metoden torde kunna bedömas ge goda resultat.

Att bestämma lagertjocklekarna genom att använda lagervolymer på det sätt som gjorts i den använda metoden, kan ibland ge inexakta resultat. Detta gäller framför allt i jordar med stora aggregat. Kontroll av lagertjockleksmätningen gjordes med samma apparat som vid kontrollen av såbäddens djup. Såbäddarna delades i två lager, vilka vid några tillfällen mättes enligt de två metoderna. I tabell 5 ges resultat från ett antal mätningar. Här kan iaktas att mätcylindern (A) i förhållande till volymmättningsapparaten (B) underskattar det övre och överskattar det undre lagrets tjocklek. I båda fallen är avvikelsernas absolutvärde emellertid mindre än 0,5 cm. Det måste observeras att ganska få mätningar ligger bakom de redovisade resultaten och att samtliga dessa mätningar gjordes på två lerjordar.

Tabell 5. Lagertjocklekar på lerjordar mätta med mätcylinder och med volymmättningsapparat enligt Håkansson (1976). Mätningarna utfördes vid Henriksberg 1978-05-25 och Kasby 1978-06-01 nära Uppsala. Såbädden delades i ett övre, Ö, och ett undre, U, lager. Σ = totala såbädden. - Sublayer thickness in clay soils measured with a measuring cylinder and with a volume measuring apparatus according to Håkansson (1976). The measurements were carried out at Henriksberg 1978-05-25 and Kasby 1978-06-01, near Uppsala. The seedbed was divided into an upper, Ö, and a lower, U, sublayer. Σ = total seedbed.

Plats	Lager	Såbäddens djup (cm)		A-B	$\frac{(A-B)100}{B}$
Place	Sub-layer	Seedbed depth (cm)		(cm)	B
		Mätcylinder, A Measuring cylinder, A	Volymmättningsapparat, B Volume measuring apparatus, B		
Henriksberg	II Ö	1,28	1,38	-0,10	- 7,0
	U	3,84	3,59	0,25	6,9
	Σ	5,12	4,97	0,15	3,1
Kasby	IV Ö	2,72	3,10	-0,38	-12,3
	U	2,08	1,62	0,46	28,4
	Σ	4,80	4,71	0,09	1,9
	VI Ö	2,72	2,93	-0,29	- 7,2
	U	1,92	1,70	0,22	13,2
	Σ	4,64	4,63	0,01	0,3
	VII Ö	3,68	4,17	-0,49	-11,8
U	1,44	1,20	0,24	20,3	
Σ	5,12	5,37	-0,25	- 4,6	

För vissa variabler är det betydelsefullt att erhålla en så exakt beskrivning som möjligt av deras förändring med djupet. Det ideala vore att utföra mätningar i vart och ett av ett stort antal lager. I praktiken är det emellertid endast möjligt att mäta i ett fåtal lager. Här användes genomgående tre lager, i vilka vattenhalt och aggregatstorleksfördelning mättes. Bestämningarna av utsädet's placering är en svag punkt i den använda metoden. De är nämligen alltför oprecisa, särskilt om man önskar beräkna ett mediansådjup.

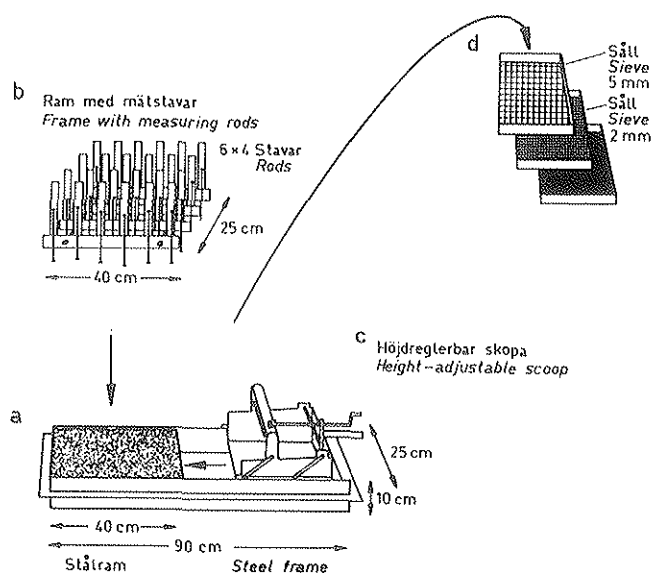
3.2.5 ALTERNATIV METOD

I samband med de kontrollmätningar som under sommaren 1978 utfördes med den använda metoden, utvecklades en alternativmetod, tidigare beskriven av Kritz (1979). Denna metod kan användas för mer detaljerade bestämningar, t ex i samband med fältförsök. Den alternativa metoden är ett slags hyvlingsmetod.

Metoden att hyvla av särskilt definierade lager brukas i olika länder. Lagrens tjocklek och utsädet djupfördelning blir i hyvlingsmetoderna bättre bestämda än i den metod som användes i undersökningen. En hyvlingsmetod har beskrivits av Breidfuss (1954; Se figur 4 ovan i avsnitt 2.5).

Alternativmetoden kan i korthet beskrivas på följande sätt: En stålram med måtten 90 cm x 25 cm x 10 cm placeras vågrätt i såbädden (figur 9 a). Det lösa materialet i en ända av ramen tas bort för att bereda rum för införande av en skopa där. En yta av 0,1 m² (25 cm x 40 cm) lämnas ostörd. På denna yta utförs sedan bestämningarna. Med hjälp av en ram med 24 mätstavar bestäms medelytans höjdläge och ytans ojämnhet eller mikrotopografi (figur 9 b).

En 25 cm bred höjddreglerbar skopa förs in på den nivå som motsvarar markytans medelhöjd (figur 9 c). Material från denna första hyvling utgör lager 1. I varje lager, vanligen 1 cm tjockt, görs samma bestämning som i den tidigare beskrivna



Figur 9. Alternativmetoden. (a) Utformningen av den använda stålramen. (b) För bestämning av den genomsnittliga höjden för markytan och såbäddens botten användes en ram med 24 mätstavar. (c) En 25 cm bred höjddreglerbar skopa för hyvling i normalt 1 cm tjocka lager. (d) Materialet från varje lager sållas som i den använda metoden. Även övriga bestämningar i den alternativa metoden görs på samma sätt som i den använda metoden. - The alternative method. (a) The design of the steel frame used. (b) For determining the average height of the soil surface and of the bottom of the seedbed a frame with 24 height measuring rods is used. (c) A 25 cm wide height-adjustable scoop for slicing, normally in 1 cm thick sublayers. (d) Sieving of the soil from each sublayer, as well as other determination are carried out as in the previously described method.

metoden (figur 9 d). Sedan allt löst material tagits bort mäts medelbottnens höjdläge med de 24 mätstavarna på samma sätt som vid höjdbestämningen av markytan. Såbäddens medeldjup erhålls ur differensen mellan botten och markytans medelnivåer.

När alternativmetoden används kan problem uppstå vid bestämning av tjockleken av översta och understa lagret. För en relativt jämn yta bör första lagret tas ut ner till 1 cm under medelytan. För en mer ojämn yta är det lämpligt att låta materialet ovanför medelytan utgöra första lagret, i annat fall blir detta lager alltför tjockt. Om det finns markerade åsar kan första lagret tas ut ned till 1 cm under medelhöjden hos åsarna. Nära botten kan det också föreligga risk för ett alltför tjockt lager, eftersom ojämnheten i botten kan begränsa möjligheterna att ta ut ett sammanhängande tunt lager där.

3.2.6 SAMMANFATTANDE METODVÄRDERING

På basis av vunnen erfarenhet och utförda kontrollmätningar kan den använda metoden bedömas vara den bästa av de två prövade metoderna för en stickprovundersökning av det aktuella slaget främst därför att den är betydligt mindre tidskrävande än alternativmetoden. En komplettering med en mer exakt bestämning av utsädet djupplacering, kanske i en specialram, skulle dock förbättra metoden.

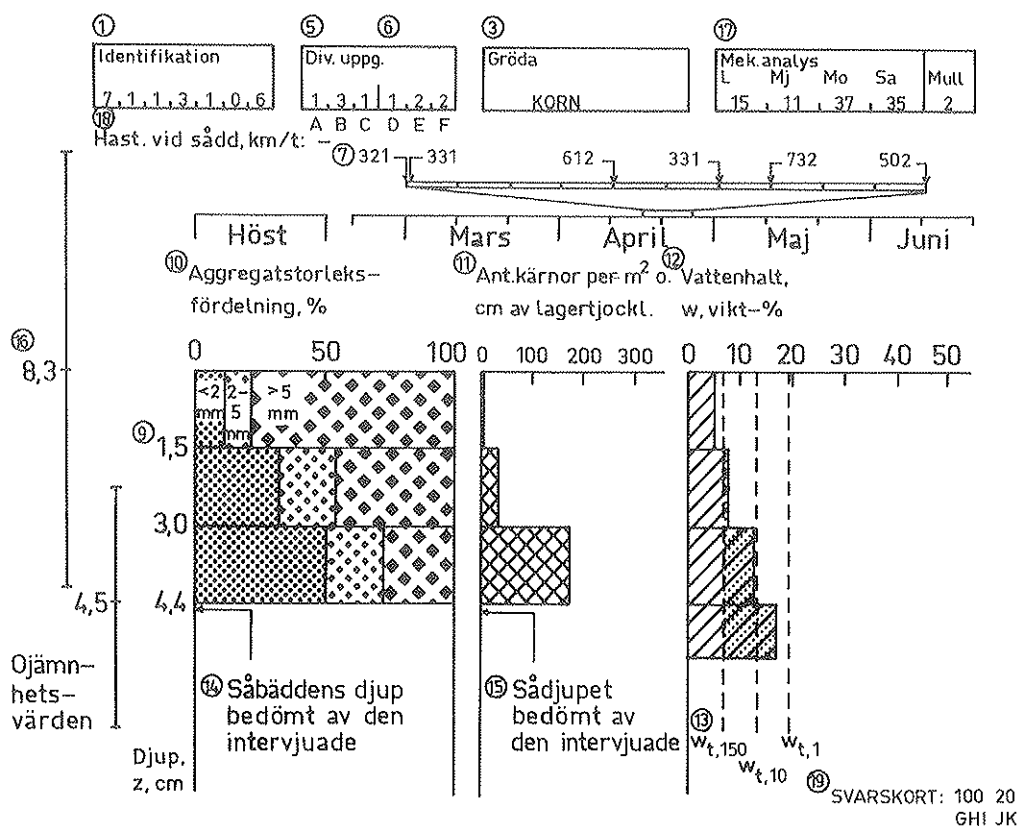
4. UNDERSÖKNINGENS RESULTAT

4.1 INTRODUKTION

När denna undersökning planerades var målsättningen att ta ut ett stickprov som omfattade ungefär 300 provplatser fördelade på länen i proportion till dessas andel av landets vårsådda areal. Det verkliga antalet provplatser blev 300, varav 289 var besådda med stråsäd. Data från var och en av de 300 provplatserna har tidigare publicerats (Kritz, 1976a).

Den vårsådda arealen i Sverige var under åren 1969-1972 cirka 1,4 miljoner ha (Jordbruksstatistisk årsbok, 1972). Provplatstätheten var således ungefär 1 provplats per 4 700 ha vårsådd areal. Stickprovet omfattade 297 gårdar. Vid den aktuella tiden fanns det i runt tal 150 000 gårdar i Sverige (Jordbruksstatistisk årsbok, 1972), varför provplatstätheten också kan uttryckas som 1 provplats på cirka 500 gårdar.

För varje provplats föreligger resultat dels från bestämningar utförda direkt ute på provplatsen, dels från laboratorieanalyser av inhämtade jordprov. Härutöver finns vissa uppgifter som brukaren senare lämnat. Vilka resultat som vanligen finns från varje provplats visas i figur 48 i appendix. Dessa resultat kan också åskådliggöras i en s k såbäddsprofil (figur 10).



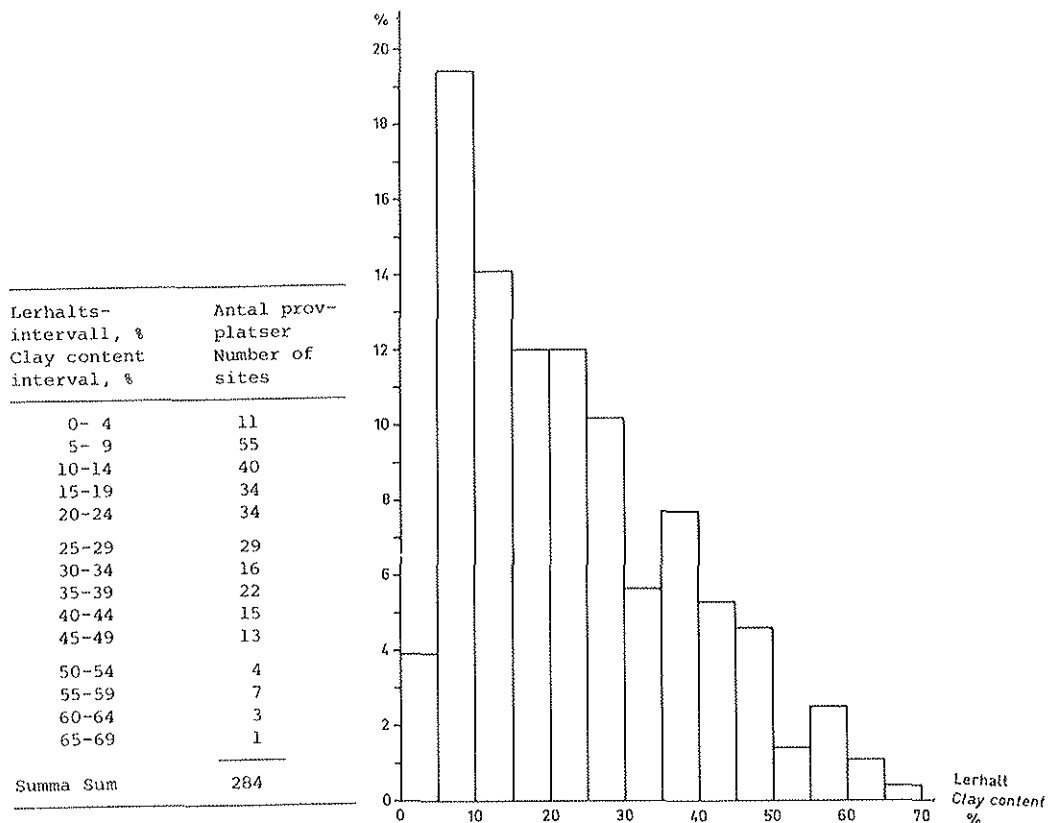
Figur 10. Exempel på en såbäddsprofil. Inringade siffror hänvisar till primärvärden och kommentarer i figur 48 i appendix. - Example of a seedbed profile. Encircled numerals correspond to primary values and comments in Figure 48 in the appendix.

De viktigaste resultaten kan indelas i följande sju huvudgrupper, vilka kommer att behandlas i fortsättningen: jordarnas texturella sammansättning (avsnitt 4.2), såbäddens avgränsningar i marken (4.5), fuktighetsförhållanden (4.6), marktemperatur (4.7), aggregatstorleksfördelning (4.8), utsädes djupplacering (4.9) och grödans uppkomst (4.10). I anslutning till avsnittet om jordarnas texturella sammansättning (4.2) behandlas också stickprovets representativitet (4.3) liksom hur resultaten för de olika variablerna kommer att presenteras (4.4).

4.2 JORDARNAS TEXTURELLA SAMMANSÄTTNING

Det synes vara lämpligt att som första punkt vid framläggandet av undersökningens resultat ta upp jordarnas texturella sammansättning, eftersom denna ofta är av betydelse vid redovisningen av övriga variabler.

Från såbädden på varje provplats togs två jordprover ut för laboratorieanalys. På dessa prover bestämdes dels mineralfraktionen innehåll av ler, mjåla, mo och sand med pipettmetoden, dels den organiska fraktionens storlek genom att glödningsförlusten mättes och omräknades till mullhalt med hjälp av ett lerhaltsberoende reduktionstal eller genom att halten organiskt kol bestämdes och multiplicerades med 1,72. Totalt undersöktes 300 provplatser. Av dessa låg 285 på mineraljordar (<20 % mullhalt) och 15 på organogena jordar (≥20 % mullhalt). En av de 285 mineraljordarna utslöts, eftersom analysresultaten från den visade sig vara motsägelsefulla.



Figur 11. Absolut och relativ fördelning av provplatserna på lerhaltsintervall. - Absolute and relative distribution of the sites in clay content intervals.

Enligt tabellen i figur 11 definieras de i undersökningen representerade 14 lerhaltsskatterna av lerhaltsintervallen 0-4, 5-9, 10-14 ... 65-69 %. Eftersom de primära lerhaltsvärdena är avkortade till heltal (med konsekventa 5-höjningar) omfattar intervallen egentligen 0,0-(4,5), 4,5-(9,5), 9,5-(14,5 ... 64,5-(69,5) %, där parentes kring ett tal anger en s k öppen intervallgräns. För den danska undersökningens (Rasmussen, 1981) fyra lerhaltsskatter gäller följande intervall: 0-5, (5)-10, (10)-15 och (15)-25 %.

Av de 284 provplatserna som representerar mineraljordar, låg 85 % på jordar med mindre än 40 % (egentligen <39,5 %) ler. Endast 15 % av dessa provplatser var således lokaliserade till styva eller mycket styva leror (≥ 40 % ler), se figur 11.

Fördelningen av provplatserna på mullhalter visas i tabell 6 (299 provplatser). Mullhalten är där indelad i 1-procentklasser från 1 till 9 % mullsubstans och i 10-procentklasser från 10 till 69 %. Eftersom mullhalten uttryckt i % är avrundad till heltal (jämför ovan) omfattar 1-procentklasserna egentligen (0,5)-(1,5), 1,5-(2,5) ... 8,5-(9,5) % och 10-procentklasserna 9,5-(19,5), 19,5-(29,5) ... 59,5-(69,5) %. Av tabellen framgår bl a att 84 % av provplatserna på mineraljordar (<20 % mullhalt) har mindre än 6 % (egentligen <5,5 %) mullhalt.

Halterna av mjåla, mo, sand och mullsubstans uttryckta som medianvärden för 12 lerhaltsintervall (lerhaltsskatter) har i figur 12 tecknats som funktioner av lerhalten. En ökning av mjålahalten med stigande lerhalt kan iakttas upp till 25 % ler. Vid högre lerhalter minskar mjålahalten långsamt, när lerhalten stiger. Andelarna av mo och sand avtar i stort sett kontinuerligt med ökande lerhalt. (Beklagligtvis har endast huvudfraktionerna bestämts för flertalet jordar, vilket medför att det nu inte går att få fram t ex finmofraktionens variation med lerhalten). Vad slutligen medianvärdena för mullhalten beträffar, så är de i stort sett oberoende av lerhalten.

Statistiska fördelningskarakteristika för de fyra aktuella kornstorleksfraktionerna liksom för mullsubstansen finns angivna dels för totalmaterialet (tabell 33 i appendix), dels för var och en av de 14 lerhaltsskatterna (figur 49 i appendix). Tydliga snedfördelningar är här iakttagbara.

4.2.1 OMRÅDESINDELNING

I syfte att öka överblickbarheten vid analysen av övriga studerade variabler i undersökningen, visade det sig vara lämpligt att dela in landet i några olika områden, karakteriserade av dominerande jordtyper (jämför figur 1). En indelning av landet i grupper av län, geografiskt samlade och med ungefär samma antal provplater (60), föreföll både ändamålsenlig och realistisk. Som en användbar utgångsstruktur för denna indelning framstod de fyra jordbruksförsöksdistrikten (södra, västra, östra och norra; se figur 13).

Tabell 6. Fördelning av provplatser på mullhaltsintervall (antal och %). - Distribution of the sites in organic content intervals (number and %).

Mullhalt Organic matter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ
Antal prov- platser Number of sites	6	43	76	68	44	20	10	5	7	279
%	2	15	27	24	16	7	4	2	3	100

Mullhalt Organic matter	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	Σ
Antalet prov- platser Number of sites	5	2	3	3	5	2	20

Det syntes välmotiverat att i detta sammanhang dela Södra jordbruksförsöksdistriktet i två områden. Malmöhus län och Kristianstads län (M och L) fick bilda en grupp av län, kallad område I, p g a de skånska jordarnas moränkaraktär och låga mullhalt (figur 1 samt tabell 34 i appendix). Övriga län inom distriktet, med högre mullhalt i sina jordar, fick utgöra område II (N, K, G, F, H och I).

Västra distriktet behölls oförändrat och betecknades som område III (P, R, O och S). Området har jordar med relativt hög lerhalt (framför allt inom Skaraborgs län, R) och jordar med hög halt av mo, särskilt finmo.

Från Östra distriktet fördes Kopparbergs län och Gävleborgs län (W och X), eftersom dessa jordartsmässigt mer hör hemma i norra delen av landet. Övriga län inom Östra distriktet fick bilda område IV (E, D, T, AB, C och U). Detta område blev förhållandevis homogent med avseende på jordarnas lerinnehåll.

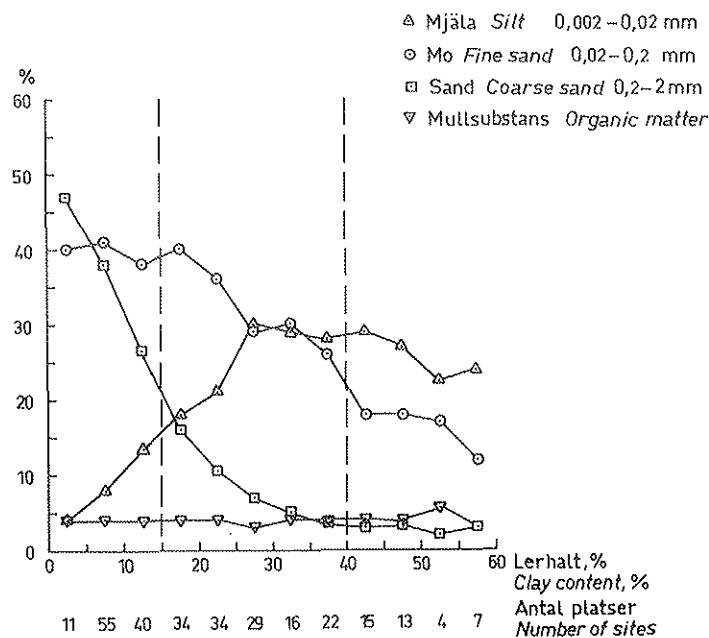
Område V kom att bestå av Norra distriktet och de två län som överförts från Östra distriktet (X, W, Y, Z, AC, och BD). Gränsen mellan områdena IV och V ansluter sig i sin östra del approximativt till den ekologiska norrlandsgränsen, kallad Limes norrlandicus. Område V kom således att innehålla mjälrika sedimentjordar med undantag för moränjordarna i Jämtlands län (Z).

Den heterogenitet som i viss mån råder inom samtliga områden, men som är mest framträdande inom områdena III och V belyses i tabell 35 i appendix. Ekströms (1953) beskrivning (figur 1) jämförs där med undersökningsresultaten.

Hur jordarnas karaktär inom en och samma lerhaltsklass kan skilja sig åt från område till område har granskats (tabell 36 i appendix). De undersökta jordarnas kornstorleksfördelning och mullhalt har jämförts med den klassificering Ekström redovisat för de aktuella områdena.

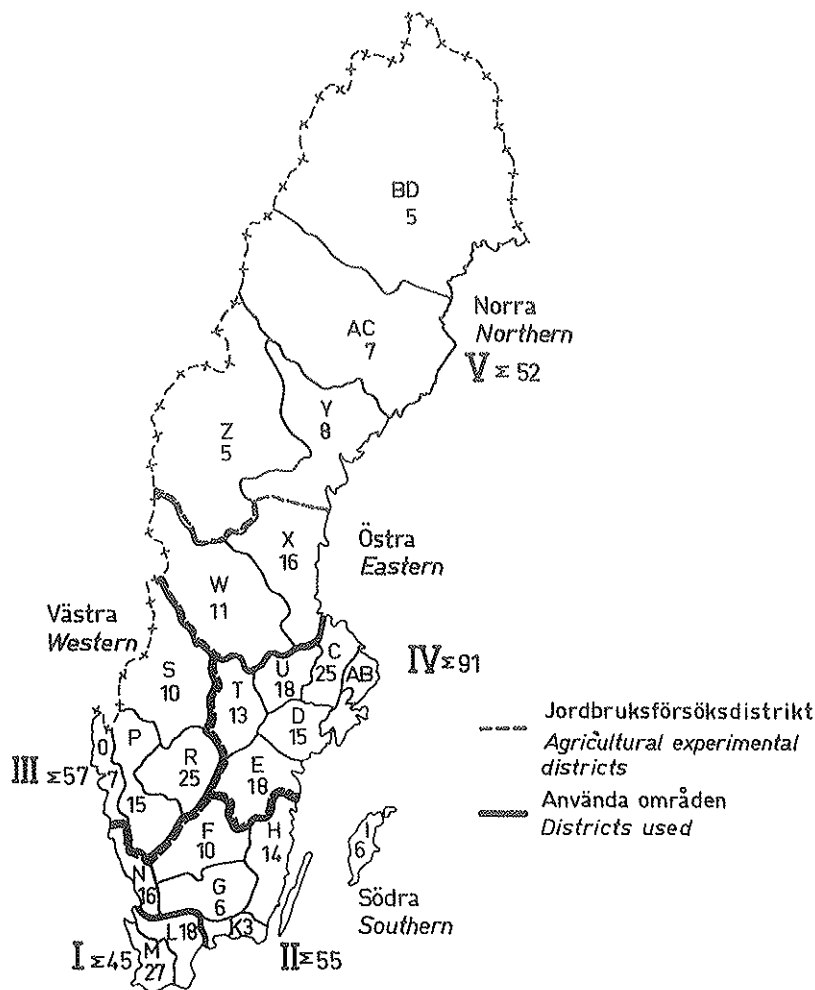
De regioner som Ekström karakteriserade som moränrika visade sig i undersökningen ha höga halter av sand. Motsvarande överensstämmelse har också visat sig för regioner som Ekström karakteriserade som mjälarika. Där har nämligen erhållits höga halter av mjäla på provplatserna. För att exemplifiera det ovan sagda kan lerhaltsintervallet 10-14 % studeras (se tabell 36 i appendix). Inom detta intervall innehåller mjälarika jordar i genomsnitt 5 % sand, medan jordar av moränkaraktär som väntat har en betydligt högre halt, närmare bestämt 43 %. I gengäld har moränjordarna i genomsnitt en mjälahalt av 10 %, medan mjälajordarna har 33 %.

En god allmän karakteristik av områdenas jordartskaraktär ger variablerna lerhalt och mullhalt, vilket illustreras av figurerna 14 och 15.



Figur 12. Halterna sand, mo, mjåla och mullsubstans som funktioner av lerhalten. Medianvärden. Kvartilavstånd och variationsvidd för varje lerhaltsintervall framgår av figur 49 i appendix. - Contents of coarse sand, fine sand, silt and organic matter as functions of the clay content. Median values. Quartile distance and variation range for each clay content interval are given in Figure 49 in the appendix.

Den kumulativa fördelningen av provplatserna på mineraljordar med hänsyn till lerhalten återges i figur 14, dels för var och en av de fem områdena, dels för alla provplatser på mineraljordar sammantagna. Kurvan för område IV ligger som synes under alla de andra kurvorna. Detta visar att hela lerhaltsfördelningen för jordarna inom område IV är förskjuten mot högre värden i förhållande till lerhaltsfördelningen för de övriga områdenas jordar, liksom för totalmaterialets jordar.

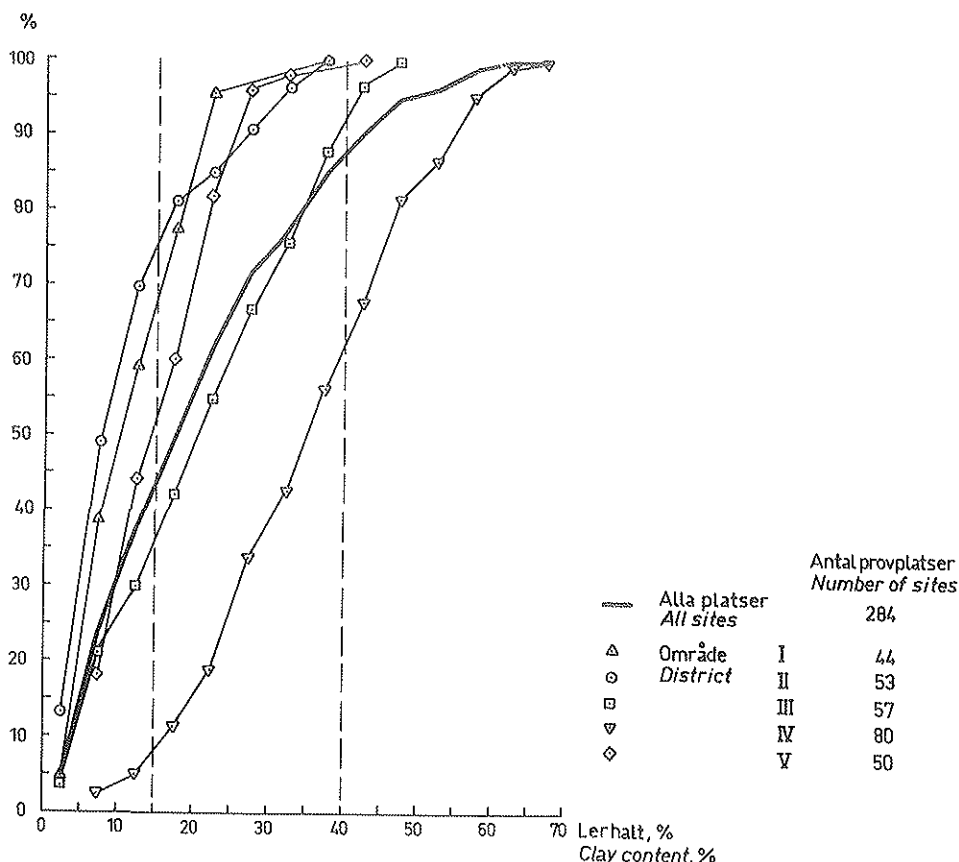


Figur 13. De använda områdena, I-V, och antalet provplatser. Gränserna mellan de fyra jordbruksförsöksdistrikten (södra, västra, östra och norra) är streckmarkerade. - Districts used I-V, and number of investigated sites. The limits between the agricultural experimental districts (southern, western, eastern, and northern) are marked with dotted lines.

I figur 15 visas på ett analogt sätt den kumulativa fördelningen av provplatserna på mineraljordar med hänsyn till mullhalten. Kurvan för område I ligger som synes över alla de andra kurvorna. Detta visar att hela mullhaltsfördelningen för jordarna inom område I är förskjuten mot lägre värden i förhållande till de övriga.

4.2.2 SÄRPRÄGLADE JORDAR

Eftersom det var omöjligt att dela in landet i ett fåtal homogena och geografiskt samlade områden, visade det sig lämpligt att låta komplettera analysen med ett speciellt studium av de jordar som uppvisar anmärkningsvärt höga halter av någon substansfraktion (kornstorleks- eller mullfraktion). Dessa jordar benämns här särpräglade jordar och definieras som de jordar i vilka den procentuella halten av någon av jordarnas substansfraktioner är större än halten vid tredje kvartilen för ifrågasvarande fraktion inom varje lerhaltssklass.



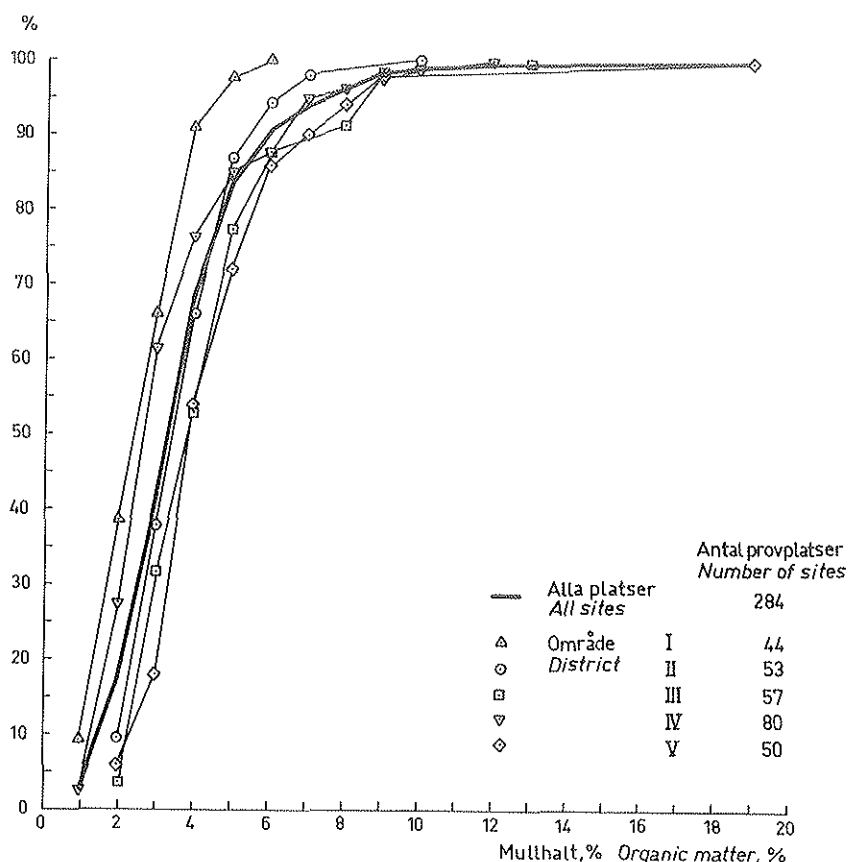
Figur 14. Kumulativ fördelning av provplatserna med hänsyn till lerhalten. Totalt och uppdelat på fem områden. - Cumulative distribution of the sites for clay content. Total and divided in five districts.

För att exemplifiera det sagda kan lerhaltsintervallet 10-14 % skärskådas. Intervallet representeras av 40 jordprov. Av dessa väljs de 10 mjälarikaste ut till gruppen mjälarika särpräglade jordar, de 10 sandrikaste till gruppen sandrika särpräglade jordar etc.

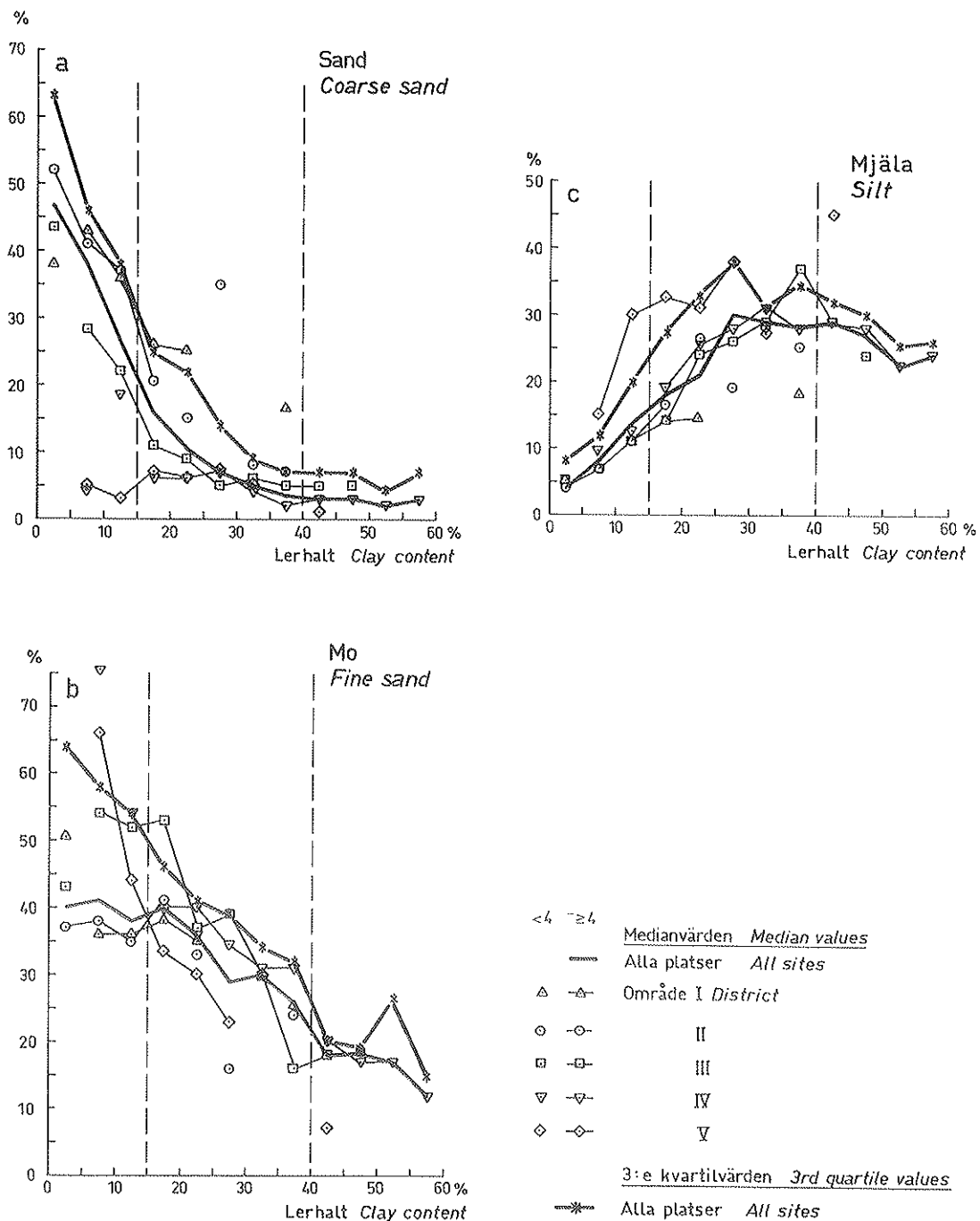
Med hjälp av särpräglade jordar, som kan vara hämtade från hela landet, kan de olika områdena bättre karakteriseras (figur 16 samt figur 30 i appendix).

I figur 16 visas tredjekvartilkurvor för sand, mo och mjäla för totalmaterialet (för korthets skull utelämnas i fortsättningen ofta bestämningen "för totalmaterialet"). För varje kornstorleksfraktion visas mediankurvor också för vart och ett av områdena.

Av delfigur a i figur 16 framgår det att mediankurvorna för områdena I och II ligger nära tredjekvartilkurvan för sand. Som



Figur 15. Kumulativ fördelning av provplatserna med hänsyn till mullhalten. Mineraljordar. Totalt och uppdelat på fem områden. - Cumulative distribution of the sites for organic matter. Mineral soils. Total and divided in five districts.



Figur 16. Halterna sand, mo och mjäla som funktioner av lerhalten. Medianvärden för alla aktuella provplatser och områden I-V, 3:e kvartilvärden för alla aktuella provplatser. (a) sand; (b) mo; (c) mjäla. - Contents of coarse sand, fine sand, and silt as functions of clay content. Median values for all sites studied and districts I-V, 3rd quartile values for all sites studied. (a) coarse sand; (b) fine sand; (c) silt.

synes av delfigur b går kurvan för område III nära tredjekvartilkurvan för mo. Den nära anslutningen är särskilt tydlig vid lerhalter upp till 25 %. I delfigur c slutligen ligger kurvan för område V över eller nära tredjekvartilkurvan för mjåla. Det gäller här upp till 25 % lerhalt.

Beträffande mullsubstansen visar figur 50 i appendix att mediankurorna för områdena III och V båda ligger nära tredjekvartilkurvan för mullsubstans. En del höga medianvärden föreligger emellertid för enskilda lerhaltsklasser för område V. Dessutom ligger tredjekvartilvärdet för mullsubstansens fördelning högre för område V (tabell 34 i appendix). Med stöd av detta befanns område V vara den del av landet som bäst representerar mineraljordar med höga mullhalter.

På grundval av det ovan sagda har det visat sig meningsfullt att sammanföra vissa särpräglade jordar från hela landet med jordar från bestämda områden enligt följande:

Jordarna inom områdena I och II sammanförs med de sandrika särpräglade jordar, medan jordarna inom område III och de morika särpräglade jordarna förs samman. Jordarna inom område IV behandlas för sig, medan jordarna inom område V förs samman med de mjålarika särpräglade jordarna och de mullrika särpräglade jordarna. Dessa grupper av jordar har använts i samband med analyser av vissa variabler, varom mera i fortsättningen.

4.3 STICKPROVETS REPRESENTATIVITET

Stickprovets representativitet har undersökts, eftersom ett strikt slumpmässigt urval inte kunde tillämpas (se avsnitt 3.1).

4.3.1 ALLMÄN BEDÖMNING OCH ANALYS AV STICKPROVETS REPRESENTATIVITET

Tre kända populationsfördelningar har jämförts med tre motsvarande stickprovsfördelningar.

Populationsfördelningarna avser hela landet och är: (1) olika vårsädesslags andelar av den vårsådda arealen, (2) olika gårdsstorleksgruppers andelar av åkerarealen samt (3) vissa traktormärkens andelar av traktorbeståndet.

Motsvarande fördelningar i stickprovet är: (1) olika vårsädesslags andelar av provplatsantalet, (2) olika gårdstorleksgruppers andelar av hela antalet gårdar i stickprovet samt (3) vissa traktormärkens andelar av de uttagna gårdarnas traktorbestånd.

Resultat av jämförelserna har tidigare publicerats i en rapport (Kritz, 1973), som i valda delar här kommer att refereras och kommenteras. En komplettering har gjorts med s k goodness-of-fit-tester med hjälp av χ^2 -analys (se t ex Wonnacott & Wonnacott, 1981).

Jämförelse 1. Olika vårsädeslags andelar av provplatsantalet har här jämförts med olika vårsädeslags andelar av den vårsådda arealen i landet (Jordbruksstatistisk årsbok, 1972). Andelen korn var i stickprovet 56 % mot 49 % i populationen. För havre var proportionen 37 % mot 42 %, för vårvete 3 % mot 3 % och för blandsäd slutligen, 4 % mot 6 % (tabell 7).

Överensstämmelsen mellan stickprov fördelningen och populationsfördelningen är som synes god. χ^2 -testet visar heller ingen signifikant skillnad mellan de båda fördelningarna. Denna jämförelse kan betraktas som den viktigaste av de tre.

Jämförelse 2. De uttagna gårdarnas fördelning på olika gårdsstorleksgrupper jämförs med den svenska åkerarealens fördelning på samma grupper (Jordbruksstatistisk årsbok, 1972), varvid bl a följande resultat erhålls (tabell 37 i appendix). Andelen gårdar mindre än 50 ha är i stickprovet 57 % mot 66 % i populationen. Storleksgruppen 50-100 ha åker är däremot företrädd av 26 % av de uttagna gårdarna, men står endast för 18 % av åkerarealen i landet.

Överensstämmelsen mellan stickprov fördelning och populationsfördelning förefaller mindre god. χ^2 -analysen visar nämligen en signifikant skillnad mellan fördelningarna. Följande förklaringar till detta kan anföras:

Populationen som ingår i jämförelsen borde egentligen ha varit Sveriges vårsådda areal. Då emellertid denna populations fördelning på gårdsstorlekar inte kunde klarläggas, approximerades den med Sveriges åkerareal, vilket kan vara en felkälla av viss betydelse vid värdering av avvikelser mellan fördelningarna.

Av större vikt bör emellertid det systematiska fel vara som har sin grund i metoden för stickprovets uttagning. Urvalet av provplatser skedde nämligen på ett sätt (se avsnitt 3.1) som medför att en viss överrepresentation av större gårdar kan förväntas.

Jämförelse 3. Fördelningen av de uttagna gårdarnas traktorer på några olika fabrikat jämförs här med hur landets alla traktorer (1971-12-31) fördelar sig på samma märken (tabell 38 i appendix). BM-Volvo representerar i stickprovet 51 % av samtliga mot 39 % i populationen, Massey-Ferguson har 20 % mot 31 % och International Harvester svarar för 7 % i stickprovet och 5 % i populationen.

Överensstämmelsen är inte särskilt god, och χ^2 -test visar att fördelningarna är signifikant skilda från varandra. Jämförelsen är dock behäftad med vissa svagheter, vilket också framgår av Kritz (1973). Där påpekas att traktorbeståndet i stickprovet omfattar enbart i vårbruket faktiskt använda traktorer, medan populationen utgörs av alla registrerade traktorer.

Av Kritz (1973) påpekas vidare, att det endast angavs vilket märke och traktortyp som använts vid de olika operationerna. Därför blev det nödvändigt att med hjälp av en multiplikationsfaktor för olika gårdsstorlekar få fram ett ungefärligt värde på

Tabell 7. Procentuell fördelning av vårsädsgrödor, dels på provplatserna, dels på landets hela areal vårstråsäd 1971. - Per cent of different spring sown cereal crops on the investigated sites, and on the whole area of spring sown cereal crops for the whole country in 1971.

Gröda Crop	Prov- platser Sites	Vårsädsarealen i Sverige 1971. Spring sown area in Sweden 1971
Korn Barley	56	49
Havre Oats	37	42
Vårvete Wheat	3	3
Blandsäd Barley and oats in mixture	4	6
Summa Sum	100	100

antalet traktorer. Denna faktor framräknades med hjälp av uppgifter som i efterhand erhöles från de uttagna gårdarna i några län.

P g a de anförda svagheter torde resultatet av jämförelse 3 kunna lämnas utan större avseende.

Slutkommentar till jämförelserna 1-3. Eftersom χ^2 -testet i jämförelse 1, d v s i det viktigaste fallet, visat att ingen signifikant skillnad föreligger mellan stickprov och population samt att överensstämmelsen i jämförelse 2 torde kunna bedömas som acceptabel, bör man kunna anta att stickprovet även i övriga avseenden är någorlunda representativt.

4.3.2 GEOGRAFISK REPRESENTATIVITET

Hur stor andel vårsådd areal som hänför sig till de olika länen och områdena framgår av tabell 8. Där jämförs det verkliga antalet provplatser inom län och områden med det optimala antalet provplatser. Detta optimala antal erhålls om hela provplatsantalet fördelas proportionellt mot respektive läns och områdes andel av landets vårsådda areal.

Det framgår av tabell 8 att några län är överrepresenterade, medan andra är underrepresenterade. Överrepresentationen beror bl a på att den tillämpade undersökningsmetoden i förhållandevis stor omfattning först prövades inom dessa län. Representationen av grannlänen inom aktuella områden har därför medvetet hållits

Tabell 8. Optimal och reell provplatsfördelning för län och områden. - Optimal and real distribution of the investigated sites for counties and districts.

Område District	Län County	Andel av Sve- riges totala vårsädsareal %, Part of the total Swedish spring sown crop area %		Optimal prov- platsfördelning Optimal site distribution		Reell prov- platsfördelning Real site distribution		Skillnad Difference	
		län county	område district	län county	område district	län county	område district	län county	område district
I	M	9,5		28		27		-1	
	L	5,4	14,9	16	44	18	45	+2	+1
II	N	5,4		16		16		0	
	K	1,1		3		3		0	
	G	1,8		4		6		+1	
	F	3,0		9		10		+1	
	H	3,6		11		14		+3	
	I	1,9	16,8	6	50	6	55	0	+5
III	P	5,6		17		15		-2	
	R	11,5		34		25		-9	
	O	2,3		7		7		0	
	S	3,7	23,1	11	69	10	57	-1	-12
IV	E	7,2		22		18		-4	
	D	5,9		18		15		-3	
	T	5,5		16		13		-3	
	AB	3,7		11		2		-9	
	C	6,9		21		25		+4	
	U	6,6	35,8	20	108	18	91	-2	-17
V	X	2,5		8		16		+8	
	W	2,4		7		11		+4	
	Y	1,2		4		8		+4	
	Z	0,7		2		5		+3	
	AC	1,9		6		7		+1	
	BD	0,6	9,3	2	29	5	52	+3	+23
Summa Sum			99,9		300		300		

tillbaka, för att i möjligaste mån få till stånd en utjämning av representationen inom områdena. Av speciellt intresse är att område för område betrakta den reella och den optimala provplatsfördelningen, eftersom det är på områdena som analyserna i detta arbete till stor del bygger.

Inom område I är stickprovet något överrepresenterat i förhållande till den vårsådda arealen inom samma område. Inom nästa område, område II, uppträder en liten överrepresentation, vilken dock får anses vara acceptabel.

För områdena III och IV föreligger en ganska stor underrepresentation. Eftersom dessa områden har en så stor andel av arealen vårsådda grödor, och antalet undersökta provplatser får anses tillräckligt, kan den föreliggande underrepresentationen emellertid anses vara försvarlig.

I motsats till nyssnämnda två områden är område V överrepresenterat i stickprovet. Just där får detta dock anses vara försvarbart, med tanke dels på att andelen vårsådd areal är liten och dels på att tolkningen av mätvärdena skulle ha blivit alltför osäker om så få provplatser använts som en strikt hållen proportionalitet medfört. Föreliggande provplatsfördelning får därför anses godtagbar.

Av hela antalet provplatser har följande andelar uttagits under de olika åren: 15 % under 1969, 22 % under 1970, 23 % under 1971 och 40 % under 1972.

I tabell 9 redovisas vidare antalet undersökta provplatser per län och år. Det framgår här att av totalt 24 län så har 5 besökts under ett år, 12 under två år, 6 under tre år och 1 under fyra år. Att 5 län besöktes under endast ett år får betecknas som ett i och för sig stort antal (21 % av hela antalet län), jämfört med att endast 1 län besöktes under alla fyra år (4 %). Om man däremot istället ser till andelen provplatser som dessa län representerar, så finner man för ett års besök 9 % och för fyra års besök likaledes 9 %. De 5 län som besöktes under ett år företräder nämligen ett relativt litet antal provplatser. De län som besökts under minst två år representerar 91 % av alla provplatser, medan de län som besöktes under minst tre år representerar 44 % av provplatserna. Detta måste kunna bedömas som tillfredsställande.

4.3.3 TIDEN FÖR SÅDD SOM HJÄLP VID REPRESENTATIVITETSBEDÖMNING

Viktiga kriterier på provplatsernas större eller mindre representativitet sammanhänger med tidpunkten för sådd. Det gäller här för det första hur representativa från klimatsynpunkt vårarna 1969-1972 var för en längre följd av vårar. För det andra gäller det hur väl provplatserna i de olika länen för varje enskilt år i ett längre tidsperspektiv företräder de mest frekventa tidpunkterna för sådd i respektive län.

De aktuella vårarnas representativitet. För att ge ett begrepp om nederbördsförhållandena de aktuella vårarna har nederbördssummor från 25 mätstationer för relevanta månader åren 1969-1972 jämförts med rangordnade sekvenser av motsvarande månadssummor från 70-årsperioden 1909-1978 (Bjerketorp, 1982). Varje aktuell månad har tilldelats ett "nederbördsindex" i form av en

Tabell 9. Antal provplatser per län och år. - Number of sites per county and year.

Område District	Län County	Antal provplatser Number of sites				Totalt Total
		1969	1970	1971	1972	
I	M	10	8	4	5	27
	L		9	6	3	18
II	N			7	9	16
	K		1		2	3
	G				6	6
	F			2	8	10
	H		3	2	9	14
	I				6	6
III	P			7	8	15
	R			8	17	25
	O			2	5	7
	S		4	6		10
IV	E	4	7		7	18
	D			5	10	15
	T		6	5	2	13
	AB			2		2
	C	15	5	5		25
	U	4	4		10	18
V	X	12	4			16
	W		4	7		11
	Y		8			8
	Z			5		5
	AC		4		3	7
	BD		3		2	5
Totalt Total		45	70	76	109	300

platssiffra i rangordningen. Platssiffrorna kan anta värden från 1 till 70, där 1 står för den nederbördsfattigaste situationen under 70 år, medan 70 står för den nederbördsrikaste. (Platssiffror med decimal uppträder när en viss plats i en rangordning är delad av ett jämt antal, t ex två, lika värden.)

Aktuella platssiffror återfinns i tabell 10. Man ser där att för 1969, kan tiden för sådd bedömas som tämligen normal i nederbördshänseende, medan motsvarande tid 1970 kännetecknas av relativt riklig nederbörd i de södra delarna av landet och av ganska liten nederbörd i de mellersta och norra.

Tabell 10. Nederbördsindex för 15 mätstationer under april - juni, 1969-1972. Månadsnederbördssummor för stationerna under undersökningsperioden har jämförts med motsvarande rangordnade summor för perioden 1909-1978. Platssiffrorna (= nederbördsindex) kan anta värden från 1 till 70. 1 = nederbördsfattigaste månaden, 70 = nederbördsrikaste. Värden för respektive län anges endast där det finns värden även i undersökningen. - Precipitation index for 15 measuring stations during April-June, 1969-1972. Monthly precipitation sums for the stations during the investigation period have been compared with corresponding of ranked sums for the period 1909-1978. The place number (= precipitation index) can range from 1 to 70. 1 = month with lowest precipitation; 70 = month with highest precipitation. Values for respective county are given only where there are values also in the investigation.

Område District	Län County	Ort Place	Månads- nummer Month number	Platssiffra Place number			
				År Year	1969	1970	1971
I	M	Lund	4	43,5	69	9	63
			5	66,5	55	34	57
	L	Kristianstad	4		66	30	42,5
			5		41	27,5	27,5
II	K	Karlshamn	4		65		50
			5		62		28,5
	H	Kalmar	4		61	32,5	36
			5		20,5	32	40
	I	Visby	4				36,5
			5				61
	F	Jönköping	4			23,5	56
			5			13	61
III	P	Vänersborg	4			13,5	50
			5			21,5	66
	R	Skara	4			11	56
			5			14	58
IV	E	Linköping	4	34	68,5		70
			5	68	15		59
	D	Nyköping	4			11,5	63
			5			8	67,5
	C	Uppsala	4	45,5	68,5	7	
			5	35	3	8,5	
V	Z	Östersund	4			38,5	
			5			32,5	
			6			54,5	
	Y	Härnösand	4		54		
			5		35		
			6		7		
	AC	Umeå	4		64		66
			5		10,5		57
			6		2		25
	BD	Haparanda	4		33		53,5
			5		37		57,5
			6		3		21

Platssiffrorna för våren 1971 i tabell 10 tyder på att den våren var relativt fattig på nederbörd, åtminstone i södra och mellersta delarna av landet. Motsvarande siffror för 1972 antyder att våren då, allmänt sett, var jämförelsevis rik på nederbörd i hela Sverige.

Sammanfattningsvis kan sägas att indexvärdena i tabell 10 talar för att provplatserna sammantagna torde utgöra en ganska väl balanserad sammansättning av olika nederbördsförhållanden. Till följd härav får det betecknas som troligt att provplatserna äger en tillfredsställande representativitet i förhållande till nederbörds klimatet under vårarna.

Provplatsernas representativitet inom länen. I figur 17 visas tidpunkterna för sådd av korn och havre för olika län och år. Undersökningstidpunkterna, vilka här redovisas som medelvärden, jämförs med officiella statistikuppgifter, vilka ges i form av medianvärden. De officiella uppgifterna är hämtade ur Statistiska Centralbyrån (1970, 1971, 1972 & 1974) och avser värden från den objektiva skördeuppskattningen åren 1969-1972. I figuren är endast medtagna de fall, där 4 provplatser eller fler är redovisade för de olika kategorierna. I figuren kan urskiljas en tydlig tidsgradient från söder till norr. Vissa år är skillnaden stor mellan å ena sidan de regionala uppgifter om tidpunkter för sådd vilka presenteras i den officiella statistiken, och å den andra sidan de faktiska medelsåtiderna på undersökningens provplatser. Under andra år framträder inte någon sådan skillnad. En totalgenomgång av materialet har visat att samstämmigheten mellan såtiderna enligt den officiella statistiken och enligt undersökningen i många fall är bättre än vad de här redovisade uppgifterna ger vid handen.

Eftersom förhållandena varierat från år till år inom de olika områdena har såväl "tidiga" som "sena" jordar blivit representerade. Även i detta avseende får således stickprovets representativitet anses vara god.

4.4 RESULTATREDOVISNING

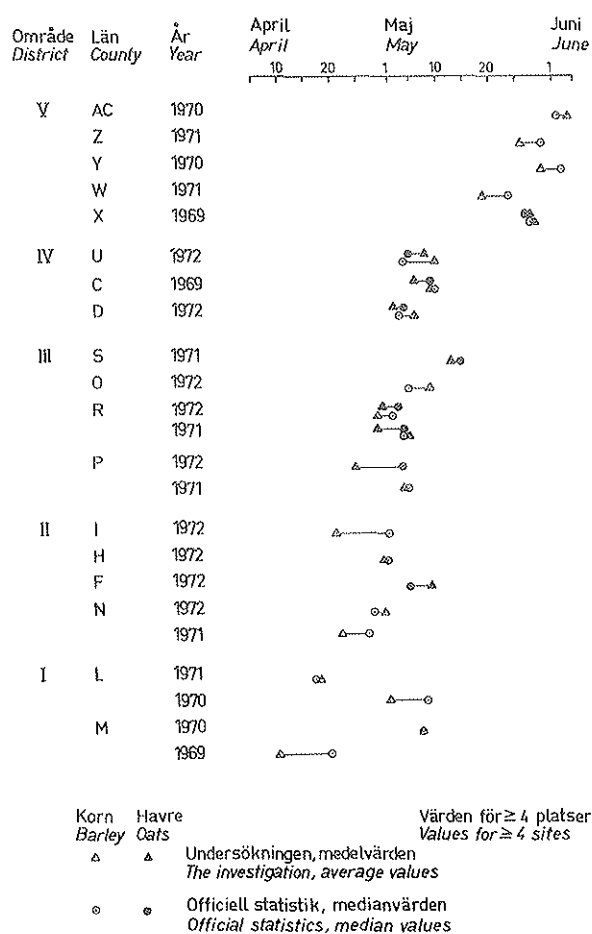
Som hjälpmedel för strukturering av de olika variabelresultaten har det visat sig lämpligt att använda jordarnas kornstorleksfördelningar.

Redan när endast en del av materialet hade insamlats undersöktes förhållandena i ett antal såbäddar, som representerade några relativt extrema jordtyper. Avsikten med detta var att belysa de särpräglade förhållanden som i olika avseenden kan råda. Bl a studerades provplatser med lerig sand, mjälarik mellanlera och styv lera (Kritz, 1979). Många värdefulla upplysningar erhöles genom denna enkla kvalitativa analys av resultaten.

Sedan undersökningen slutförts i fält var det emellertid av vikt att skapa förutsättningar för en kvantitativ analys av de olika variablerna med utnyttjande av hela materialet. Som utgångspunkt för den analysen har tagits de olika provplatsjordarnas kornstorleksfördelningar.

4.4.1 OLIKA REDOVISNINGSFÖRFARANDE

Det har genomgående varit av primärt intresse att klarlägga de studerade variablernas eventuella beroende av lerhalten. En indelning av provplatserna i lerhaltsskisser har därför gjorts. I första hand har medianvärden för de 12 första lerhaltsskisserna utnyttjats vid analysen. De två följande lerhaltsskisserna representeras nämligen av alltför få provplatser.



Figur 17. Datum för sådd av korn och havre för olika län och år. Undersökningens datum (medelvärden) jämförs med datum från officiell statistik (medianvärden; Statistiska Centralbyrån, 1970, 1971, 1972 & 1974). Endast värden för ≥ 4 provplatser redovisas. - Sowing dates for barley and oats for different counties and years. Dates of the investigation (average values) are compared with dates from official statistics (median values; Statistiska Centralbyrån, 1970, 1971, 1972 & 1974). Only values for ≥ 4 sites are given.

I de fall ett klart lerhaltsberoende inte förelegat har endast totalmaterialets statistiska karakteristika (minimum, första kvartil, median, tredje kvartil och maximum) för variabelfördelningarna redovisats. Medianvärdet har i dessa fall visat sig vara ett lämpligare centralmått än medelvärdet. Fördelningarnas karakteristika för varje lerhaltsklass har också tagits i betraktande. Särskilt har förekommande snedfördelningar uppmärksamats.

I de fall ett tydligt lerhaltsberoende kunnat konstateras, har i allmänhet en regressionsanalys utförts, varvid i princip totalmaterialet utnyttjats som beräkningsunderlag.

Jordar från provplatserna inom de olika områdena, kombinerade med beslätade särpräglade jordar (se definitionen i avsnitt 4.2.2) har också studerats med avseende på ett antal variabelsamband.

4.4.2 **MULTEPEL REGRESSIONSANALYS**

Med hjälp av multipel regressionsanalys har de olika kornstorleksfraktionernas och mullsubstansens betydelse belysts. Genom successivt uppbyggda ekvationssystem har dessa materialfraktioners inflytande på de förklarade variablerna åskådliggjorts. När ett antal av materialfraktionerna tas med i regressionen, försvåras emellertid tolkningen av de erhållna resultaten. Orsaken till detta är att en statistisk samvariation inträder, en samvariation som brukar benämnas interkorrelation eller multikolaritet (se t ex Johnston, 1963; Goldberger, 1964; Wonnacott & Wonnacott, 1981).

Multikolariteten sammanhänger med att de förklarande variablerna inte är oberoende av varandra. Det är därför strängt taget inte möjligt att avgöra om en observerad förändring i den förklarade variabeln betingas av en förändring i en förklarande variabel som ingår i modellen eller av en förändring i en som lämnats utanför.

När såväl alla kornfraktionerna som mullsubstansen tas med i modellen försvåras tolkningen ytterligare. Orsaken till detta skall inte här närmare penetreras. Istället hänvisas till resultat från s k blandningsförsök (engelska: mixture experiments; se t ex Snee, 1971). Sådana blandningsförsök används t ex när foder med olika sammansättning, dvs olika mängder av givna komponenter, skall jämföras. Problemet vid den statistiska analysen av dessa försök är att summan av de ingående mängderna alltid hålls konstant. Samma princip gäller ju även i det här aktuella sammanhanget. Summan av procentandelarna ler (X_1), mjåla (X_2), mo (X_3), sand (X_4) och mullsubstans (X_5) är nämligen alltid 100 %. En lämplig linjär modell är då:

$$Y = \sum_{i=1}^5 \beta_i X_i + e$$

där y är den förklarade variabeln (t ex vattenhalten), β_i regressionskoefficienter för de fem förklarande variablerna, X_i , och e en slumpterm. Observera att ingen konstant term (intercept) ingår i denna modell.

Det faktum att $\sum X_i = \text{konstant} = 100$ innebär, förutom att inget intercept kan ingå i modellen, att tolkningen av β_i (för givna värden på i) inte blir den vanliga. Om en förklarande variabel förändras med ett visst belopp, så måste ju denna förändring kompenseras av en totalt sett lika stor förändring (med motsatt tecken) av någon annan eller några andra av de ingående förklarande variablerna. Den strikta tolkningen blir här istället: $100 \beta_i$ (för ett visst värde på i) anger det förväntade värdet av y vid den tänkta situationen att jorden endast består av substansfraktionen X_i . För att underlätta tolkningen av resultaten har i tabellform angetts skattningar ($\hat{\delta}_{ij}$) av differenserna $\delta_{ij} = \beta_i - \beta_j$.

Den principiella uppställningen av en sådan tabell framgår av tabell 11. Storleken på $\hat{\delta}_{ij}$ -värdena anger hur mycket den förklarade variabeln ändras när X_i ökas 1 procentenhet och X_j minskas lika mycket. För tabellens övre högra hälft gäller att $\hat{\delta}_{ij} = -\hat{\delta}_{ji}$.

Det är möjligt att signifikanttesta differenserna, dvs att pröva om de observerade differenserna är signifikant skilda från noll. En erhållen signifikans kan tolkas på följande sätt: Konstaterad signifikans visar att om den ena av variablerna X_i och X_j ökar och den andra minskar medan de övriga tre förblir konstanta, så föreligger en statistiskt säker inverkan på den förklarade variabeln (t ex vattenhalten) av den studerade förändringen i X_i och X_j .

4.5 SÅBÄDDENS AVGRÄNSNINGAR I MARKEN

I detta avsnitt diskuteras inledningsvis såbäddens djup, liksom ojämnhetsvärden för såbäddens yta och botten. Därefter behandlas djupläget för gränserna mellan såbäddens tre lager liksom tjocklekarna hos dessa skikt.

4.5.1 SÅBÄDDENS DJUP

Två variabler som hänför sig till såbäddens djup, z_b , har bestämts, nämligen uppmätt djup, $z_{b,m}$, och av den intervjuade personen bedömt djup, $z_{b,e}$.

Det uppmätta djupets, $z_{b,m}$, eventuella förändring med lerhalten har undersökts på de värden som finns angivna i figur 18. Här visas medianvärden för tolv lerhaltsskisser. Medianvärdet är i den lägsta lerhaltsskissen 5,9 cm, medan det ligger på 4,9 cm i den högsta lerhaltsskissen som redovisas i figuren. Vid anpassning av en rät linje till totalmaterialet erhöles dock en lutningskoefficient som ej var signifikant skild från noll. (Se även figur 51 i appendix.)

Tabell 11. Estimerade förändringar av den förklarade variabeln; $\hat{\delta}_{ij}$ anger förändringen vid en ökning av X_i med 1 procentenhet och motsvarande minskning av X_j . - Estimated changes in the dependent variable; $\hat{\delta}_{ij}$ give the change due to a 1 per cent unit increase in X_i and a corresponding decrease in X_j .

		A	B	C	D	E
		i_1	i_2	i_3	i_4	i_5
1	1j	-	$-\hat{\delta}_{21}$	$-\hat{\delta}_{31}$	$-\hat{\delta}_{41}$	$-\hat{\delta}_{51}$
2	2j	$\hat{\delta}_{21}$	-	$-\hat{\delta}_{32}$	$-\hat{\delta}_{42}$	$-\hat{\delta}_{52}$
3	3j	$\hat{\delta}_{31}$	$\hat{\delta}_{32}$	-	$-\hat{\delta}_{43}$	$-\hat{\delta}_{53}$
4	4j	$\hat{\delta}_{41}$	$\hat{\delta}_{42}$	$\hat{\delta}_{43}$	-	$-\hat{\delta}_{54}$
5	5j	$\hat{\delta}_{51}$	$\hat{\delta}_{52}$	$\hat{\delta}_{53}$	$\hat{\delta}_{54}$	-

Det bedömda djupet hos såbädden, $z_{b,e}$, antyder inget beroende av lerhalten. Detta framgår av fig. 18, där $z_{b,e}$ visas som funktion av lerhalten. De enskilda medianvärdena varierar oregelbundet inom intervallet 6,3-8,0 cm. (Se även figur 51 i appendix.)

För båda variablerna gäller således att beroendet av lerhalten kan antas vara obetydligt. Under dessa omständigheter är de två variablernas medianvärden för samtliga provplatser på mineraljordar liksom de på organogena jordar av intresse. Sådana värden redovisas i tabell 12. Där framgår det att medianvärdet för det uppmätta djupet är 5,6 cm. Av alla värden återfinns 50 % i intervallet 4,8-6,3 cm.

Medianvärdet för det bedömda djupet är 7,5 cm. Detta värde är således 1,9 cm större än det uppmätta. Att åtskilliga av de intervjuade har överskattat djupet framgår av att 25 % av dem bedömt djupet till att ligga mellan 10 och 20 cm. Dessa värden kan jämföras med maximumvärdet 9,3 cm för uppmätt djup hos såbädden. Den stora överskattningen kan kanske förklaras av svårigheter att bedöma skillnaden mellan medelmärkyta och medelbottenyta när dessa är mycket ojämna. Även för de organogena jordarna anger tabellen medianvärden och några andra statistiska karakteristika.

Spridningen kring medianvärdet inom varje lerhaltsklass kan också studeras. De aktuella variablernas fördelningskarakteristika redovisas lerhaltsklassvis i figur 51 i appendix.

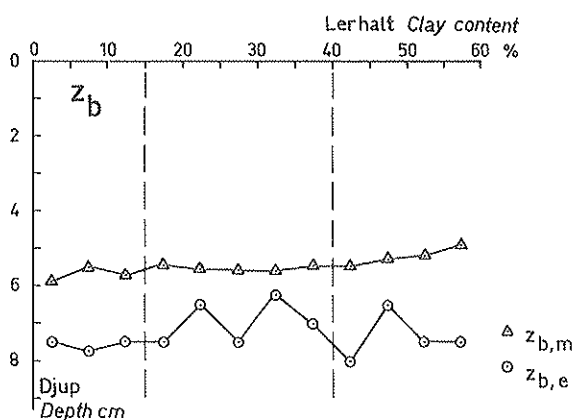
En genomgång har företagits i avsikt att klarlägga huruvida skillnader föreligger mellan de olika områdenas jordar eller mellan de särpräglade jordarna ifråga om uppmätt djup hos såbädden, $z_{b,m}$, som funktion av lerhalten. Grupperingen av de olika områdena och de särpräglade jordarna utgår från figur 16.

Resultaten finns redovisade i figur 52 i appendix, där emellertid ingen klar skillnad kan iakttas. Karakteristika för fördelningarna av såbäddens djup, $z_{b,m}$, för de fem områdena har också studerats (tabell 39 i appendix).

Någon signifikant skillnad mellan områdenas värden erhöles inte vid statistisk prövning. En tendens till skillnad kunde dock noteras ($p \sim 0,08$). Sedan inverkan från den varierande material-sammansättningen eliminerats med hjälp av kovariansanalys erhöles emellertid en signifikant skillnad ($p < 0,05$) mellan områdena i fråga. Denna skillnad torde sammanhänga med de olika sedvanor som utbildats i olika landsändar när det gäller såbäddsberedningens utförande.

Metodutvärderingen (se avsnitt 3.2.4) har visat att mätningarna för fastställande av såbäddens djup kan betraktas som rätt säkra. Dessa mätningar är utförda omedelbart efter sådd men före eventuell vältning. Med tiden sätter sig emellertid såbädden, så att dess djup minskar något. Detta gäller särskilt vid den eventuella senare vältningen.

Det bör också erinras om att de förhållanden som här beskrivits gällde åren 1969-1972. Nu, 1983, föreligger inga aktuella mätningar av motsvarande slag. Om det under mellantiden har skett någon förändring torde den sannolikt gått i riktning mot ett mindre djup hos såbäddarna.



Figur 18. Uppmätt och bedömt djup hos såbädden, $z_{b,m}$ respektive $z_{b,e}$, i cm på mineraljordar som funktioner av lerhalten. Medianvärden. - Measured and estimated seedbed depths, $z_{b,m}$ and $z_{b,e}$ respectively, in cm in mineral soils as functions of the clay content. Median values.

Tabell 12. Karakteristika för fördelningarna av uppmätt och bedömt djup hos såbädden, $z_{b,m}$, respektive $z_{b,e}$, i cm på mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for measured and estimated seedbed depths, $z_{b,m}$, and $z_{b,e}$, respectively, in cm in mineral and organic soils. The number of sites is given in parenthesis.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar Mineral soils		Organogena jordar Organic soils	
	$z_{b,m}$ (284)	$z_{b,e}$ (268)	$z_{b,m}$ (15)	$z_{b,e}$ (13)
Maximum Maximum	9,3	20	11,3	13
3:e kvartil 3rd quartile	6,3	10,0	7,9	10,0
Median Median	5,6	7,5	6,8	7,5
1:a kvartil 1st quartile	4,8	6,0	4,4	6,4
Minimum Minimum	2,6	3	4,2	5

4.5.2 OJÄMNHETSVÄRDEN FÖR SÅBÄDDENS YTA OCH BOTTEN

Medelvärde av skillnaderna mellan högsta och lägsta punkt inom provramen vid de tre mätningarna på varje provplats utgör ojämnhetsvärdet för såbäddens yta, Δz_S , liksom för ojämnhetsvärdet för såbäddens botten, Δz_B .

Vad beträffar de här diskuterade variablerna som funktioner av lerhalten (se figur 53 i appendix), så tycks inget klart lerhaltsberoende föreligga för någon av dem. Av intresse är därför totalmaterialets medianvärde för respektive variabel. Sådana värden ges i tabell 13. Medianvärdet anges där till 6,2 cm för ytan och till 3,3 cm för botten. I figur 53 i appendix anges för varje lerhaltsklass medianvärde och karakteristika för avvikelser från detta.

Här bör också framhållas att mätningarna för bestämning av ojämnhetsvärdena gjordes omedelbart efter sådd, men före vältning, utom vid ett tillfälle då vältan var kopplad direkt till såmaskinen. Ytan på de vältade platserna kom således i verkligheten att bli jämnare än vad resultaten från ojämnhetsmätningarna ger vid handen.

Tabell 13. Karakteristika för fördelningarna av ojämnhetsvärdena för såbäddens yta och botten, Δz_S respektive Δz_B , i cm för mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for the roughness values for the seedbed surface and bottom, Δz_S and Δz_B respectively, in cm for mineral soils and organic soils. The number of sites is given in parenthesis.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar (284) Mineral soils		Organogena jordar (15) Organic soils	
	Δz_S	Δz_B	Δz_S	Δz_B
Maximum Maximum	11,2	6,3	8,5	4,5
3:e kvartil 3rd quartile	7,0	4,0	6,8	3,7
Median Median	6,2	3,3	5,3	3,2
1:a kvartil 1st quartile	5,4	2,8	4,5	2,5
Minimum Minimum	2,7	1,5	3,3	1,7

4.5.3 LAGERGRÄNSERNAS DJUPLÄGEN OCH LAGRENS TJOCKLEK

Såbädden delades in i tre, så långt möjligt jämntjocka lager, kallade lager 1, 2 och 3, (se vidare metodbeskrivningen i avsnitt 3.2.2). Från såbäddens botten och cirka 2 cm ner togs jordmaterial ut i det s k bottenlagret för vattenhaltsbestämning.

Djupläget för respektive lagergräns kan förväntas vara oberoende av lerhalten, och ingenting som motsäger detta framkommer i figur 19. I denna visas lagergränsernas djuplägen som funktioner av lerhalten. Medianvärden för alla provplatser för respektive variabel är här av intresse. Sådana värden föreligger i tabell 40 i appendix. Medianvärdet för gränsen mellan lager 1 och 2 är 2,0 cm. För gränsen mellan lager 2 och 3 är medianvärdet 3,6 cm. I figur 54 i appendix kan de olika fördelningarnas karakteristika för varje lerhaltssklass studeras.

Mineraljordarnas medianvärden för tjockleken av lager 1 och 2 är 2,0 respektive 1,6 cm. Eftersom medianvärdet för såbäddens djup är 5,6 cm enligt tabell 12, så erhålls medianvärdet 2,0 cm för tjockleken av lager 3. Dessa värden är bra genomsnittsvärden att ha i minnet när resultat erhålls från olika variabelbestämningar i lagren.

Vid provtagningen eftersträvades det att få de tre dellagren så lika i tjocklek som möjligt. Resultaten visar att detta i genomsnitt lyckades ganska väl. För enskilda provplatser kan det dock vara ganska stora skillnader i de tre lagrens tjocklek.

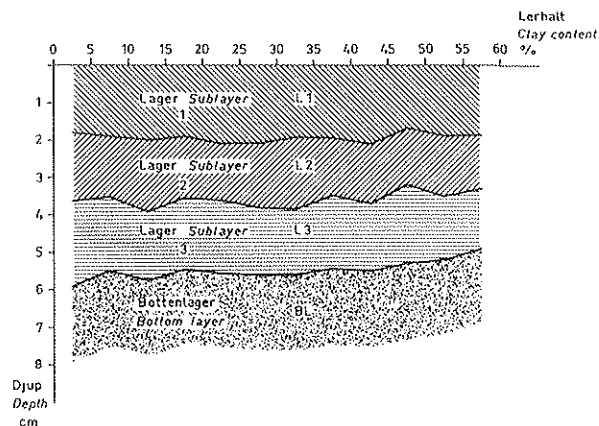
Till sist måste det åter framhållas att de tre lagren inte har någon markfysikalisk bakgrund, utan endast hänför sig till den tredelning av såbädden som ingår i mätmetoden. Av den anledningen kan man inte förvänta sig att lagergränsernas djupläge skall vara lerhaltsberoende, vilket de inte heller visat sig vara.

4.6 FUKTIGHETSFÖRHÅLLANDEN

De undersökta jordarnas fuktighetsförhållanden karakteriseras i denna redogörelse med hjälp av vattenhalterna vid tre olika vattenavförande tryck (se avsnitt 4.6.1), vattenhalten vid provtagningen (4.6.2) och innehållet av växttillgängligt vatten vid provtagningen (4.6.3).

4.6.1 VATTENHALTERNA VID TRE VATTENAVFÖRANDE TRYCK

Vattenhalterna i viktprocent vid de tre vattenavförande trycken 1, 10 och 150 m vattenpelare, $w_{t,1}$, $w_{t,10}$ respektive $w_{t,150}$, har bestämts i laboratoriet på omblandade prov. Beteckningar liksom bestämningsmetoder har hämtats från Andersson & Wiklert (1970).



Figur 19. Lagergränsernas djuplägen som funktioner av lerhalten. Medianvärden. - Depth positions for the sublayer limits as functions of the clay content. Median values.

De erhållna vattenhaltsvärdena har studerats i relation till jordarnas relativa innehåll av olika kornstorleksfraktioner liksom till deras mullinnehåll. I betydande utsträckning har därvid såväl enkla som multipla regressionsberäkningar kommit till användning.

Ett system av regressionsekvationer har byggts upp, varvid komplexiteten successivt ökats genom att nya förklarande variabler en efter en tagits med. Detta har gjorts efter en turordning (se exempelvis tabell 14) som kan motiveras från markfysikaliska utgångspunkter. Denna modell har kommit till vidsträckt användning i samband med studium av markhydrologiska samband av här aktuellt slag. Se t ex Briggs & Shantz (1912), Heinonen (1954), Nielsen & Shaw (1958), Andersson & Wiklert (1960), Wiklert (1964), Petersen et al. (1968), Pidgeon (1972) och Hall et al. (1977).

På grund av den inträdande multikolariteten äger emellertid denna modell en viss inbyggd svaghet så länge inte alla fem förklarande variabler ingår och resultatet tolkas på sätt som angetts i avsnitt 4.4.2.

För den linjära modellen utan intercept erhöles för $w_{t,150}$ följande ekvation:

$$w_{t,150} = 0,31L + 0,001Mj + 0,02Mo + 0,02S + 0,70H$$

För att underlätta tolkningen av dessa resultat anges i tabell 15 skattningar av differenserna mellan koefficienterna i enlighet med resonemanget i avsnitt 4.4.2. Värdena i denna tabell visar vilka förändringar av $w_{t,150}$ (i viktprocentenheter) som inträffar när en viss fraktion, avläst på den lodräta variabelistans (1-5), ökas med 1 procentenhet samtidigt som en åt gången av de andra fraktionerna, avlästa från den vågräta variabelistans (A-E), minskas med samma belopp.

Värden som är signifikant skilda från noll har på konventionellt sätt alltefter signifikansnivå markerats med en eller flera asterisker. Värden återfinns genomgående på två ställen i tabellen, men med olika tecken. Anledningen till detta framgår av avsnitt 4.4.2.

För att konkretisera innebörden av uppgifterna i tabell 15, ges här ett par exempel: Om lerhalten (1) ökas och mohalten (C) minskas med 1 procentenhet, så ökar $w_{t,150}$ med 0,28 procentenheter. Ökas däremot mullhalten (5) med 1 procentenhet och mohalten (C) minskas med lika mycket, leder detta till att $w_{t,150}$ ökar med 0,67 procentenheter, dvs nästan två och en halv gånger så mycket som lerhaltsökningen på mohaltens bekostnad ledde till.

4.6.1.1 Vattenhalten vid det vattenavförande trycket 150 m vp

De erhållna vattenhaltsvärdena, $w_{t,150}$, vid avsugningsjämvikt med ett vattenavförande tryck av 150 m vattenpelare har studerats i relation till jordarnas halter av olika substansfraktioner.

Lerhaltens betydelse. Det är ett i den markfysikaliska litteraturen väl belagt faktum att vid avsugningsjämvikt med ett och samma vattenavförande tryck, och särskilt om detta är högt, så kan en jord med en viss lerhalt, statistiskt sett förväntas ha högre vattenhalt än en jord med lägre lerhalt.

Lerhaltens inverkan på $w_{t,150}$ i materialet från föreliggande undersökning framgår i viss utsträckning redan av den första enkla regressionsekvationen i tabell 14. Regressionskoefficienten för ler (L) är där 0,29, vilket innebär att $w_{t,150}$ i genomsnitt stiger med 0,29 procentenheter för varje procentenhet som lerhalten ökar.

Vattenhaltens stigande med lerhalten åskådliggörs i figur 20, dels genom medianvärden för 12 lerhaltsklasser, dels genom linjen för den nämnda regressionsekvationen. Determinationskoefficienten, R^2 , för linjen är 0,768. Trots att regressionslinjen är beräknad på alla aktuella provplatser, så visar den god överensstämmelse med de inlagda medianvärdena. Det erhållna R^2 -värdet, 0,768, kan jämföras med det något högre värdet 0,850, som gäller för den fjärde ekvationen i tabell 14.

R^2 -värdet 0,768 kan också jämföras med det värde 0,808 för R^2 vilket Nielsen & Shaw (1958) rapporterar för ett antal jordar från Iowa, USA. Det något högre R^2 -värde som där redovisas kan eventuellt sammanhänga med att lermineralet i de amerikanska jordar det här gällde var montmorillonit, med dess speciella vattenhållande egenskaper.

Hall et al. (1977) påvisar ett samband av typen

$$w_{t,150} = a + b_1 L + b_2 L^2 .$$

Något sådant krökt samband kan emellertid inte med statistisk signifikans beläggas i föreliggande undersökningsmaterial.

De tre återstående regressionsekvationerna (2, 3 och 4) i tabell 14 uppvisar, trots ökande förklaringsgrad, inga större olikheter mellan koefficienterna för ler (L). Av detta torde möjligen den slutsatsen kunna dras att de övriga materialfraktionernas inverkan på $w_{t,150}$ i föreliggande population av jordar är av underordnad betydelse i förhållande till lerets inverkan.

Den nära överensstämmelsen mellan å ena sidan regressionskoefficienterna för lerhalten (L) i ekvationerna i tabell 14 och å andra sidan $\hat{\delta}$ -värdena för mo och sand i tabell 15, rad 1, kan tyda på att lerhaltsförändringen i den aktuella populationen av

Tabell 14. Regressionsekvationer för $w_{t,150}$, beräknade med avseende på lerhalten (L), och på de successivt tillfogade halterna av mullsbustans (H), mjäla (Mj) och (Mo). För respektive ekvation är determinationskoefficienten, R^2 , angiven, liksom medelfelen för interceptet och regressionskoefficienterna. - Regression equations for $w_{t,150}$, calculated by using the clay content (L), and the successively added contents of organic matter (H), silt (Mj) and fine sand (Mo). For each equation the determination coefficient, R^2 , is given, as well as the standard errors for the intercept and the regression coefficients.

Ekvationsnummer Equation number	Ekvation Equation
1	$w_{t,150} = 4,5 + 0,29L$
2	$w_{t,150} = 2,0 + 0,27L + 0,65H$
3	$w_{t,150} = 2,2 + 0,28L + 0,67H - 0,02Mj$
4	$w_{t,150} = 2,3 + 0,28L + 0,67H - 0,02Mj - 0,001Mo$

Ekvationsnummer Equation number	R^2	Medelfel i estimaten av Standard error in the estimates of				
		Interceptet Intercept	b_L	b_H	b_{Mj}	b_{Mo}
1	0,768	0,25	0,010			
2	0,848	0,29	0,008	0,055		
3	0,850	0,30	0,009	0,056	0,011	
4	0,850	0,63	0,010	0,057	0,011	0,010

jordar i första hand motsvaras av förändringar i halterna av de båda grövsta kornstorleksfraktionerna.

Det är nämligen inte likgiltigt hur lerhaltens höjning kompenseras inom populationen. I tabell 15 första raden ser vi med vilka procentenheter $w_{t,150}$ förändras om 1 procentenhets lerhaltshöjning tänks bli helt kompenserad av en enda i taget av materialfraktionerna mjäla, mo, sand och mullsubstans. Vi finner att $w_{t,150}$ höjs med 0,30 om mjälhalten minskas, och med 0,28 ifall mo- eller sandhalten minskas. Går minskningen ut över mullsubstanshalten, så sänks $w_{t,150}$ med 0,39, d v s $\hat{\delta}$ -värdet är negativt.

Tabell 15. Skattningar av δ -värden gällande vattenhalten vid ett vattenavförande tryck av 150 m vattenpelare för ler, mjäla, mo, sand och mullsubstans. - Estimations of δ -values as regards the moisture content at a matric tension of 150 m water column for clay, silt, fine sand, coarse sand and organic matter.

	A	B	C	D	E
	ler clay ¹⁾	mjäla silt ²⁾	mo fine sand ³⁾	sand coarse sand ⁴⁾	mull- substans organic matter
1 ler clay	-	0,30***	0,28***	0,28***	-0,39***
2 mjäla silt	-0,30***	-	-0,02	-0,02*	-0,69***
3 mo fine sand	-0,28***	0,02	-	-0,001	-0,67***
4 sand coarse sand	-0,28***	0,02*	0,001	-	-0,67***
5 mullsubstans organic matter	0,39***	0,69***	0,67***	0,67***	-

1) <0,002 mm; 2) 0,002-0,02 mm; 3) 0,02-0,20 mm; 4) 0,2-2,0 mm.

Av markfysikaliska skäl förväntar man sig gärna att δ -värdena vid den nämnda kompenseringen av 1 procentenhets minskning av lerhalten, skall öka i rangordningen från mullsubstans (negativt värde) över mjäla och mo till sand. Man ser emellertid att δ -värdet för mjäla avviker från den förväntade placeringen i talföljden. En tänkbar förklaring till detta är att högre mjälahalter ofta är förenade med en förskjutning mot grovler inom lerfraktionen.

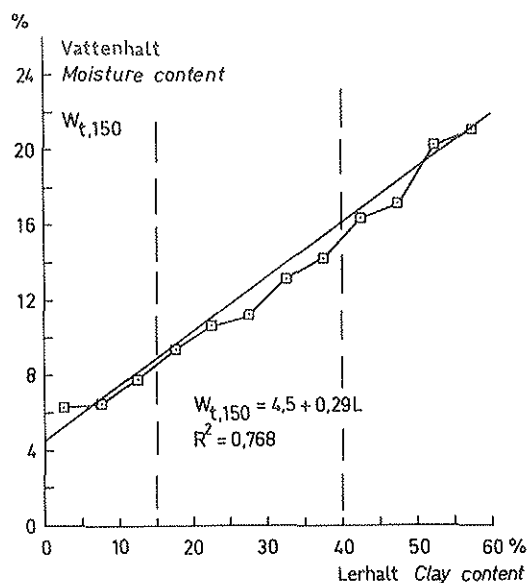
Statistiska karakteristika för den generella fördelningen av $w_{t,150}$ finns upptagna i tabell 41 i appendix. Dessa är emellertid av begränsat intresse, eftersom $w_{t,150}$ visar ett uppenbart lerhaltsberoende. Fördelningskarakteristika för $w_{t,150}$ inom varje enskild lerhaltsklass återfinns i figur 55 i appendix. Snedfördelningar är där tydligt iakttagbara.

Mullhaltens inverkan. Ett välbekant faktum är att $w_{t,150}$ för varje given lerhalt ökar med mullhalten. I litteraturen brukar detta belysas med regressionskvationer av den typ som representeras av den andra ekvationen i tabell 14. Regressionskoefficienten för mullhalten (H) är 0,65 i denna ekvation, vilket innebär att $w_{t,150}$ för varje bestämd lerhalt statistiskt sett ökar med 0,65 procentenheter vid 1 procentenhets ökning av mullhalten.

Ett sätt att belysa den inverkan mullhalten har på $w_{t,150}$, vid låga lerhalter, är att jämföra (1) undersökningens medianvärden för $w_{t,150}$ inom de skilda lerhaltsklasserna med (2) den serie medeltal av $w_{t,150}$ som i Andersson & Wiklert (1972) redovisas för ett antal lerhaltsintervall inom en population av jordar. Medan jordarna i föreliggande undersökning har en medianmullhalt av 4,1 %, så behandlar Andersson och Wiklert alvjordar som antogs vara mullsubstansfria. Jämförelsen illustreras av figur 21 med två mer eller mindre zigzaglöpande linjer. Vid lerhalter över 20 % är de båda zigzaglinjerna nästan sammanfallande. Under 20 % ler är skillnaden mellan linjerna betydande. Orsaken till denna skillnad mellan förhållandena vid hög respektive låg lerhalt torde vara att olikheten i mullhalt är av särskilt stor betydelse när lerhalten är låg.

Enligt den redan omnämnda andra ekvationen i tabell 14, så gäller följande linjära funktionssamband mellan $w_{t,150}$, lerhalt (L) och mullhalt (H): $w_{t,150} = 2,0 + 0,27L + 0,65H$. Determinationskoefficientvärdet är här 0,848.

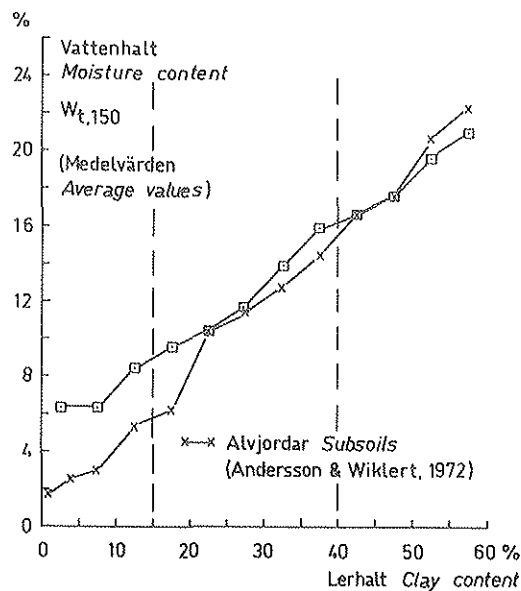
För en mullfri jord är givetvis $H = 0$ och ekvationen ovan övergår då till $w_{t,150}(H=0) = 2,0 + 0,27L$. Den linje som definieras av den sistnämnda ekvationen har lagts in i figur 22 tillsammans med den linje som definieras av den ekvation, $w_{t,150} = 1,5 + 0,32L$, som Wiklert (1964) gav för en serie alvjordar, vilkas mullhalt förutsattes vara 0 %. Dessa båda linjer visar ganska god överensstämmelse med varandra för lägre lerhalter.



Figur 20. Vattenhalt i viktprocent vid det vattenavförande trycket 150 m vp, $w_{t,150}$, som funktion av lerhalten. Medianvärden och regressionslinje. Regressionslinjen är beräknad på värden från alla aktuella provplatser. - Moisture content in per cent by weight at the matric tension of 150 m w.c., $w_{t,150}$, as a function of the clay content. Median values. The regression line is calculated from values from all sites studied.

För $H=6,5$, d v s för mullhalten vid gränsen mellan mullhaltsintervallen 5-6 och 7-20, övergår den andra ekvationen i tabell 14 till $w_{t,150}(H=6,5) = 6,2 + 0,27L$. Även denna linje har lagts in i figur 22. En jämförelse mellan denna linje och de båda andra visar hur betydelsefull mullhalten är för $w_{t,150}$ -värdena.

En ytterligare illustration till mullhaltens inflytande på $w_{t,150}$ ges i figur 23, där fyra mullhaltsintervall kommer till användning, nämligen 1-2, 3-4, 5-6 och 7-20 %. Medianvärden av $w_{t,150}$ för varje lerhaltssklass och för vart och ett av mullhaltsintervallen har lagts in och sammanbundits i de fall 4 eller fler värden ligger bakom de enskilda medianvärdena. En ganska tydlig parallellitet mellan dessa sammanbindningslinjer kan iakttas. Det är mot den bakgrunden som man skall se det höga värdet (0,848) på determinationskoefficienten till den i tabell 14 presenterade andra regressions ekvationen, vilken ju definierar en skara parallella linjer med L som kontinuerlig variabel och H som parameter.



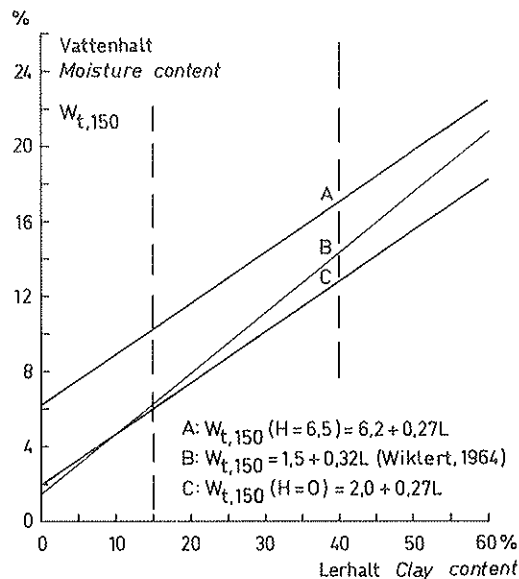
Figur 21. Vattenhalt i viktprocent vid det vattenavförande trycket 150 m vattenpelare, $w_{t,150}$. Medelvärden (observera!), jämför med figurerna 20 och 29. Figuren visar dels resultat från undersökningen, dels resultat från alvjordar undersökta av Andersson & Wiklert (1972). - Moisture content in per cent by weight at the matric tension of 150 m water column, $w_{t,150}$, as a function of the clay content. Average values, compare with figures 20 and 29. The figure shows results from the investigation, and also results from subsoils investigated by Andersson & Wiklert (1972).

Fördelningskaraktäristika för $w_{t,150}$ inom de fyra mullhaltintervallen finns angivna i tabell 42 i appendix).

Mjälahaltens inverkan. För $w_{t,150}$ har mjälahaltens förändringar statistiskt sett liten betydelse bland jordarna i föreliggande undersökning. Detta förhållande kan påvisas genom att (1) studera de tillskott till värdena på determinationskoefficienten, R^2 , som erhålls om även mjälhalten tas med vid regressionsberäkningarna och att (2) granska regressionskoefficienterna för mjäla i lämpligt utvalda ekvationer.

En övergång från det regressionssamband som funktionellt kan tecknas $w_{t,150} = f(L,H)$ till sambandet $w_{t,150} = f(L,H,Mj)$, medför enligt andra och tredje ekvationen i tabell 14 en mycket liten ökning, nämligen endast 0,002, av determinationskoefficientens (R^2) storlek. Ökningen blir ännu mindre (0,0002) vid övergång från regressionsfunktionen $w_{t,150} = f(L)$, enligt den första ekvationen i samma tabell, till funktionen $w_{t,150} = f(L,Mj)$, som emellertid inte återfinns i tabellen i fråga.

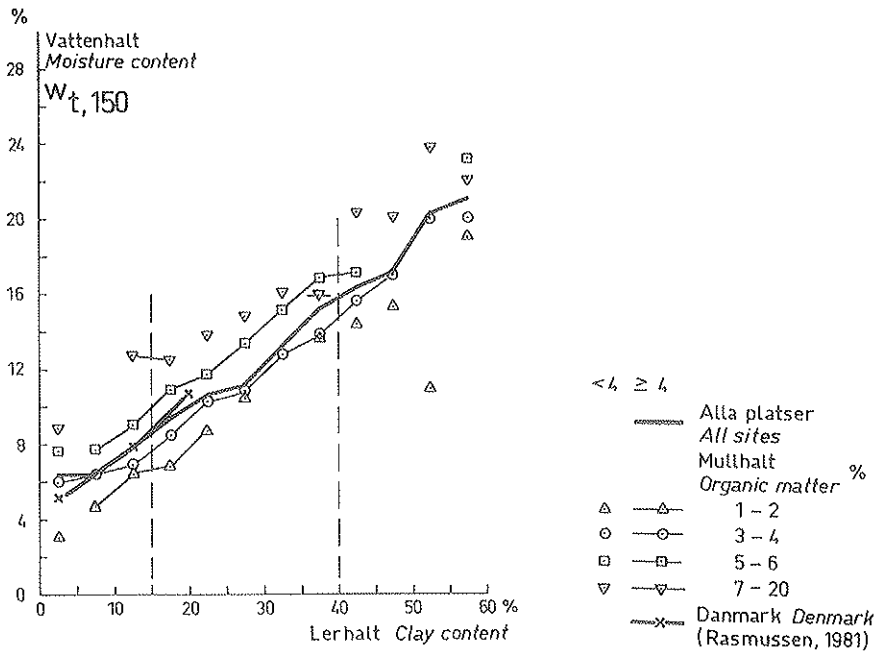
Regressionskoefficienten för mjälhalt är liten och inte signifikant skild från noll i funktionsuttrycken $w_{t,150} = f(L,Mj)$ och $w_{t,150} = f(L,H,Mj)$.



Figur 22. De regressionssamband mellan $w_{t,150}$ och lerhalten (L) som enligt undersökningen gäller vid mullhalterna 0 % respektive 6,5 %. Som jämförelse har det motsvarande samband lagts in vilket Wiklert (1964) anger för ett antal alvjordar. - The regression relationships between $w_{t,150}$ and the clay content (L) according to the investigation are valid for the organic matter contents 0 % and 6.5 % respectively. As a comparison the corresponding relationship given by Wiklert (1964) for a number of subsoils has been included.

En viss uppfattning om de olika fraktionernas grad av "primär" inverkan på $w_{t,150}$ ger antalet positiva och statistiskt signifikanta $\hat{\sigma}$ -värden i de till de skilda fraktionerna knutna raderna i tabell 15. Man finner att mullsubstansen har 4 och leret 3 sådana $\hat{\sigma}$ -värden, medan sand har 1 och mjäla och mo 0 sådana värden. Något oväntat är att sand har 1 fall. Det funna värdet är dock litet, och nätt och jämnt signifikant. Av ännu större vikt är att värdet är knutet till kolumnen för mjäla (B).

I motsats till vad som gäller för urvalet av jordar i föreliggande undersökning, rapporterar Pidgeon (1972) för ett antal jordar i Uganda en klar inverkan av "silt" (mjäla + finmo) på $w_{t,150}$. För principsambandet $w_{t,150} = f(\text{clay, organic matter,}$



Figur 23. Vattenhalten i viktprocent vid det vattenavförande trycket 150 m vp, $w_{t,150}$, som funktion av lerhalten för alla aktuella provplatser och mullhaltsintervallen 1-2, 3-4, 5-6 och 7-20 %. Medianvärden. Värden från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) anges; medelvärden. - Moisture content in per cent by weight at the matric tension 150 m wc, $w_{t,150}$, as a function of the clay content for all sites studied and organic matter intervals 1-2, 3-4, 5-6 and 7-20 %. Median values. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are also given here; average values.

silt) anger Pidgeon regressionskoefficienten 0,19 för silt. Determinationskoefficienten, R^2 , uppger han vara så hög som 0,972. Pidgeons regressionskvation lyder: $w_{t,150} = -4,19 + 0,39(\text{Clay}) + 0,90(\text{Organic matter}) + 0,19(\text{Silt})$. Det negativa värdet på interceptet tyder på att Pidgeons jordpopulation inte innefattar några lerfattiga jordar.

Övriga fraktioners inverkan. Halterna av mo och sand har, liksom mjälhalten, en mycket liten inverkan på $w_{t,150}$ -värdet. Determinationskoefficienten, R^2 , ökas obetydligt när halterna av mo och sand är tilläggsvariabler. Om man t ex övergår från den principiella regressionsfunktionen $w_{t,150} = f(L,H,Mj)$ antingen till $w_{t,150} = f(L,H,Mj,Mo)$ eller till $w_{t,150} = f(L,H,Mj,S)$, så blir R^2 -tillskottet mindre än 0,00001!

Regressionskoefficienterna för halterna mo och sand är små och nästan aldrig signifikant skilda från noll. Detta gäller t ex koefficienten för mohalten i den fjärde ekvationen i tabell 14. Ett redan i föregående avsnitt (Mjälhaltens inverkan) nämnt undantag är emellertid koefficienten för sand i den principiella funktionen $w_{t,150} = f(L,H,Mo,S)$. Denna koefficient utgör ett estimat av $\delta_{S,Mj} = \beta_S - \beta_{Mj}$ i fjärde raden, kolumn B i tabell 15.

Regionala skillnader. Det har ansetts vara av ett visst intresse att även anlägga ett regionalt betraktelsesätt på fördelningen av $w_{t,150}$. Därvid har materialet indelats på basis av uppgifter i figur 13. Karakterisering av områden har även skett med hjälp av särpräglade jordar (se avsnitt 2.2.2 med figur 16 samt figur 50 i appendix).

Områdenas och de särpräglade jordarnas $w_{t,150}$ -värden har belysts med hjälp av fördelningskaraktistika enligt tabell 43 i appendix och grafiska framställningar enligt figurerna 56 och 57 i appendix.

De skillnader som kan iaktas i tabell 43 sammanhänger med områdenas olikheter i fråga om fraktionernas fördelningar (särskilt ler- och mullhalten). Ifråga om $w_{t,150}$ som funktion av lerhalten (figur 56 i appendix), kan inga klara skillnader mellan områdena konstateras. Inga klara skillnader kan heller iaktas för de särpräglade jordarnas inverkan (figur 57 i appendix). Undantaget är dock de mullrika särpräglade jordarna, vilka genomgående ger större $w_{t,150}$ -värde för varje given lerhalt än övriga särpräglade jordar.

Sammanfattande kommentarer. $w_{t,150}$ -värdena har ett intresse i sig, men är också nödvändiga för framräkningen av aktuellt innehåll av växttillgängligt vatten, w_u . Definitionen av w_u är: $w = w_a - w_{t,150}$, där w_a står för vattenhalt vid provtagningen; Härom mer i avsnitt 4.6.3.

De funna $w_{t,150}$ -värdena visar god överensstämmelse med dem som erhållits vid tidigare svenska undersökningar (Andersson & Wiklert, 1960; Wiklert, 1964). Dock måste man före jämförelse korrigera för olikheter i mullhalt mellan de undersökta jordpopulationerna.

Med utgångspunkt från resultat framkomna i föreliggande undersökning skulle, under förutsättning att den aktuella lerhalten (L) är känd, följande enkla approximeringsformel för $w_{t,150}$ i viktprocent kunna föreslås:

$$w_{t,150} = 4,5 + 0,3L$$

Formeln utgår från ekvation 2 i tabell 14. Mullsubstanshalten har förutsatts vara cirka 4 %. Denna halt motsvarar medianvärdet för hela undersökningens mineraljordar (se tabell 33 i appendix). Formeln bör ge rätt goda närmevärden inom intervallet 3-5 % mullsubstans. Detta intervall täcker området mellan 1:a och 3:e kvartilerna för mullsubstanshalt för mineraljordarna (se tabell 33 i appendix).

4.6.1.2 Vattenhalten vid det vattenavförande trycket 10 m vp

De olika substansfraktionernas inverkan på de aktuella jordarnas vattenhalt vid avsugningsjämvikt med det vattenavförande trycket 10 m vattenpelare, $w_{t,10}$, synes i mångt och mycket inta en mellanställning till samma fraktioners inverkan på $w_{t,150}$ och $w_{t,1}$. Det har därför ansetts lämpligt att någorlunda utförligt behandla endast de samband som gäller vid de vattenavförande trycken 150 m vp och 1 m vp, vilka har en mer randvillkorsbetonad karaktär, och att blott summariskt redogöra för motsvarande samband vid det vattenavförande trycket 10 m vp.

Lerhaltens inverkan på $w_{t,10}$ framgår i viss utsträckning redan av den enklaste regressionskvationen $w_{t,10} = f(L)$ i tabell 16. Regressionskoefficienten är där 0,35, medan motsvarande värde för $w_{t,150} = f(L)$ är 0,29 (se tabell 14).

Vattenhaltens stigande med ökande lerhalt åskådliggörs i figur 24, dels genom medianvärden för 12 lerhaltsskisser, dels med den linje som grafiskt representerar den principiella regressionskvationen $w_{t,10} = f(L)$, beräknad på det här aktuella totalmaterialet (jordar från 275 provplatser). Determinationskoefficienten, R^2 , för ekvationen är endast 0,38, jämfört med 0,77 för $w_{t,150} = f(L)$. Överensstämmelsen mellan medianvärdena och linjen torde få anses vara rätt god.

För den linjära modellen utan intercept erhöles för $w_{t,10}$ följande ekvation :

$$w_{t,10} = 0,26L + 0,34M_j + 0,11M_o + 0,001S + 1,47H.$$

För att underlätta tolkningen av detta resultat anges i tabell 17 skattningar av differenserna mellan koefficienterna i enlighet med resonemanget i avsnitt 4.4.2.

Tabell 16. Regressionsekvationer för $w_{t,10}$, beräknade med avseende på lerhalten (L), och på de successivt tillfogade halterna mullsubstans (H), mjäla (Mj) och mo (Mo). - Regression equations for $w_{t,10}$, calculated by using the clay content (L), and the successively added contents of organic matter (H), silt (Mj) and fine sand (Mo).

Ekvations- nummer Equation number	Ekvation Equation
1	$w_{t,10} = 15,1 + 0,35L$
2	$w_{t,10} = 8,8 + 0,32L + 1,68H$
3	$w_{t,10} = 6,2 + 0,20L + 1,35H + 0,32Mj$
4	$w_{t,10} = 0,1 + 0,26L + 1,47H + 0,34Mj + 0,11Mo$

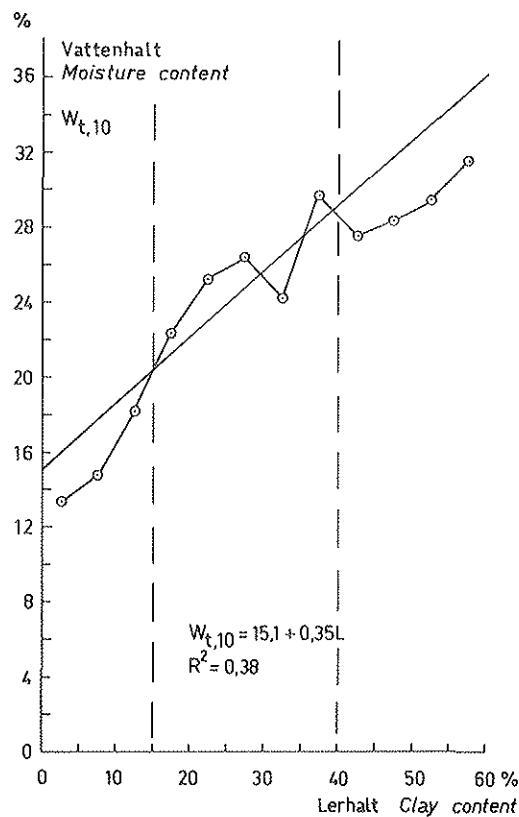
Ekvations- nummer Equation number	R^2	Medelfel i estimaten av Standard error in the estimates of			
		Interceptet Intercept	b_L	b_H	b_{Mj} b_{Mo}
1	0,38	0,72	0,027		
2	0,56	0,86	0,023	0,161	
3	0,71	0,73	0,021	0,133	0,026
4	0,73	1,45	0,024	0,130	0,026 0,022

Att mullhalten har en förhållandevis större inverkan på $w_{t,10}$ än på $w_{t,150}$, framgår av tabellerna 16 och 17. Det mest intressanta i sammanhanget är emellertid att mjälhalten har ett relativt större inflytande på $w_{t,10}$ än på $w_{t,150}$. För den principiella regressionsfunktionen $w_{t,10} = f(L)$, där endast lerhalten (L) är medtagen, ligger R^2 -värdet som nämnts på endast 0,38. För $w_{t,10} = f(L,H)$, där även mullsubstansen är med, är R^2 -värdet 0,56, d v s 0,18 större. Tas även mjälafraktionen med i regressionsuttrycket, så att $w_{t,10} = f(L,H,Mj)$, stiger R^2 -värdet med ytterligare 0,15 till 0,71. Ökningen av determinationskoefficienten blir däremot skäligen blygsam (0,02) om även mo- eller sandfraktionen inkluderas, så att endera av de principiella uttrycken $w_{t,10} = f(L,H,Mj,Mo)$ eller $w_{t,10} = f(L,H,Mj,S)$ erhålls.

Statistiska karakteristika för den generella fördelningen av $w_{t,10}$ finns angivna i tabell 41 i appendix. Dessa har emellertid ett begränsat intresse, eftersom variabeln $w_{t,10}$ visar ett klart

jordartsberoende. Fördelningskaraktistika för $w_{t,10}$ inom varje enskild lerhaltsklass kan studeras i figur 55, appendix. Snedfördelningar är där tydligt iakttagbara.

Regressionsekvationen med lerhalten (L) som enda förklarande variabel ger inte samma goda approximation av $w_{t,10}$ som av $w_{t,150}$; jämför med figurerna 20 och 24. Även mjäla- och mullhalt måste uppenbarligen tas med för att man skall erhålla helt acceptabla $w_{t,10}$ -värden. Med ett visst beaktande av mullhalten skulle följande enkla approximeringsformel kunna föreslås:



Figur 24. Vattenhalt i viktprocent vid det vattenavförande trycket 10 m vp, $w_{t,10}$, som funktion av lerhalten. Medianvärden och regressionslinje. Regressionslinjen är beräknad på värden från alla aktuella provplatser. - Moisture content in per cent by weight at the matric tension of 10 m w.c., $w_{t,10}$, as a function of the clay content. Median values and regression line. The regression line is calculated from values from all sites studied.

Tabell 17. Skattningar av δ -värden gällande vattenhalten vid ett vattenavförande tryck av 10 m vattenpelare för ler, mjäla, mo, sand och mullsubstans. - Estimations of δ -values as regards the moisture content at a matric tension of 10 m water column for clay, silt, fine sand, coarse sand and organic matter.

	A	B	C	D	E
	ler clay	mjäla silt	mo fine sand	sand coarse sand	mull- substans organic matter
1 ler clay	-	-0,09*	0,15***	0,26***	-1,21***
2 mjäla silt	0,09*	-	0,24***	0,34***	-1,12***
3 mo fine sand	-0,15***	-0,24***	-	0,11***	-1,36***
4 sand coarse sand	-0,26***	-0,34***	0,11***	-	-1,47***
5 mullsubstans organic matter	1,21***	1,12***	1,36***	1,47***	-

$$w_{t,10} = 16 + 0,3L$$

Formeln utgår från ekvation 2 i tabell 16. Mullsubstanshalten har förutsatts vara cirka 4 %. Resonemanget är analogt med det som förts för $w_{t,150}$ i föregående avsnitt.

Vid lerhalter över 20 % är w_{LB} , d v s vattenhalten i bottenlagret vid provtagningen, approximativt lika med $w_{t,10}$. Detta sammanhänger med att jordar med så pass höga lerhalter inte är lämpliga att bruka vid högre vattenhalt än den som ungefär motsvarar $w_{t,10}$. Mera härom i avsnitt 4.6.2.

4.6.1.3 Vattenhalten vid det vattenavförande trycket 1 m vp

De erhållna vattenhaltsvärdena, $w_{t,1}$, vid avsugningsjämvikt med ett vattenavförande tryck av 1 m vattenpelare har studerats i relation till jordarnas halter av olika materialfraktioner.

Lerhaltens inverkan. Erfarenheten visar att $w_{t,1}$ allmänt sett ökar med stigande lerhalt. Lerhaltens inverkan på $w_{t,1}$ i materialet från föreliggande undersökning framgår i viss utsträckning redan av den översta enkla regressionsekvationen i tabell 18. Regressionskoefficienten för ler (L) är där 0,26, vilket innebär att $w_{t,1}$ i genomsnitt stiger med 0,26 procentenheter för varje procentenhet som lerhalten ökar.

Tabell 18. Regressionsekvationer för $w_{t,1}$, beräknade med avseende på lerhalten (L), och på de successivt tillfogade halterna mullsbustans (H), mjåla (Mj) och mo (Mo). - Regression equations for $w_{t,1}$, calculated by using the clay content (L), and the successively added contents of organic matter (H), silt (Mj) and fine sand (Mo).

Ekvations- nummer Equation number	Ekvation Equation
1	$w_{t,1} = 24,8 + 0,26L$
2	$w_{t,1} = 17,0 + 0,22L + 2,06H$
3	$w_{t,1} = 14,3 + 0,10L + 1,72H + 0,33Mj$
4	$w_{t,1} = 4,3 + 0,20L + 1,92H + 0,37Mj + 0,18Mo$

Ekvations- nummer Equation number	R^2	Medelfel i estimaten av Standard error in the estimates of			
		Interceptet Intercept	b_L	b_H	b_{Mj} b_{Mo}
1	0,19	0,86	0,032		
2	0,43	1,02	0,027	0,191	
3	0,58	0,92	0,027	0,168	0,033
4	0,64	1,79	0,029	0,160	0,032 0,027

Vattenhaltens stigande med ökande lerhalt åskådliggörs i figur 25, dels genom medianvärden för 12 lerhaltsskisser, dels med den linje nyssnämnda regressionsekv. representerar. Determinationskoefficienten, R^2 , för ekvationen är endast 0,19. Förklaringsgraden är alltså inte särskilt stor, vilket sammanhänger med att övriga substansfraktioner är av större betydelse för $w_{t,1}$ än för exempelvis $w_{t,150}$.

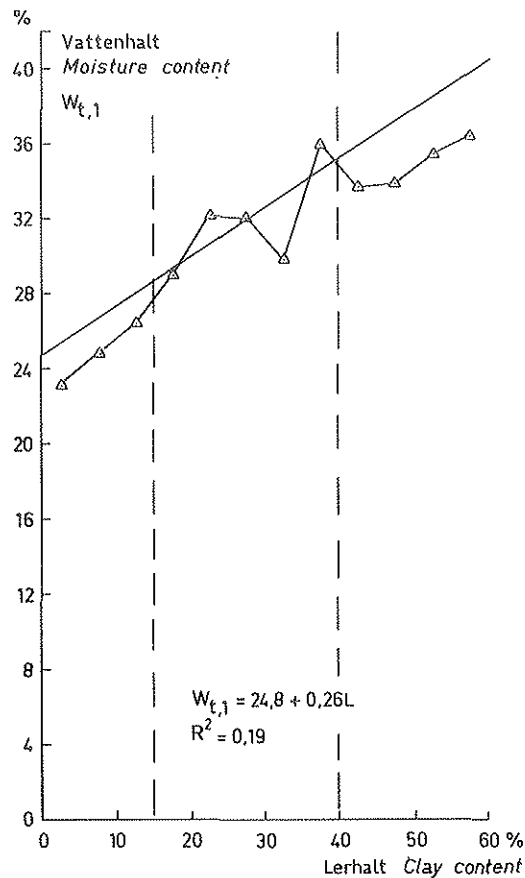
För den linjära modellen utan intercept erhöles för $w_{t,1}$ följande ekvation:

$$w_{t,1} = 0,24L + 0,41Mj + 0,22Mo + 0,04S + 1,96H$$

I tabell 19 kan lerhaltens betydelse för $w_{t,1}$ närmare skärskådas genom studium av de utbytesrelationer som där ges i form av δ -värden.

Det är nämligen inte likgiltigt hur lerhaltens förändring kompenseras inom den statistiska populationen av jordar. I första raden i tabell 19 kan man se med vilka procentenheter som $w_{t,1}$ förändras om en lerhaltshöjning med 1 procentenhet tänks bli helt kompenserad av en enda i taget av materialfraktionerna mjåla, mo, sand och mullsubstans.

Av markfysikaliska skäl förväntar man sig gärna att δ -värdena vid den nämnda kompensationen av 1 procentenhets minskning av lerhalten, skall öka i rangordningen från mullsubstans över mjåla och mo till sand samt därutöver att δ -värdet för mullsubstans skall ha negativt tecken. Eftersom lerets speciella strukturbildande egenskaper bör avspeglas i vattenhaltsvärdena vid ett så lågt vattenavförande tryck som 1 m vp, kan man dessutom förvänta sig att utbytesvärdena i första raden i tabell 19 blir lägre än om struktupåverkan ej förelegat.



Figur 25. Vattenhalt i viktprocent vid det vattenavförande trycket 1 m vp, $w_{t,1}$, som funktion av lerhalten. Medianvärden och regressionslinje. Regressionslinjen är beräknad på värden från alla aktuella provplatser. - Moisture content in per cent by weight at the matric tension of 1 m w.c., $w_{t,1}$, as a function of the clay content. Median values and regression line. The regression line is calculated from values from all sites studied in this respect.

Tabell 19. Skattningar av $\hat{\delta}$ -värden gällande vattenhalten vid ett vattenavförande tryck av 1 m vattenpelare för ler, mjäla, mo, sand och mullsubstans. - Estimations of $\hat{\delta}$ -values as regards the moisture content at a matric tension of 1 m water column for clay, silt, fine sand, coarse sand and organic matter.

	A	B	C	D	E
	ler	mjäla	mo	sand	mull-
	clay	silt	fine	coarse	substans
			sand	sand	organic
					matter
1 ler clay	-	-0,18***	0,02	0,20***	-1,73***
2 mjäla silt	0,18***	-	0,20***	0,37***	-1,55***
3 mo fine sand	-0,02	-0,20***	-	0,18***	-1,75***
4 sand coarse sand	-0,20***	-0,37***	-0,18***	-	-1,92***
5 mullsubstans organic matter	1,73***	1,55***	1,75***	1,92***	-

Av första raden i tabellen framgår att den förväntade rangordningen här framkommer, till skillnad från vad som är fallet i fråga om $w_{t,150}$. Tecknet för $\hat{\delta}$ -värdet för mullsubstanshalt (kolumn F) är som väntat negativt och den förutskickade nedpressningen av utbytesvärdena avspeglas t ex i att $\hat{\delta}$ -värdet för mjälhalt (B) är negativt och i att $\hat{\delta}$ -värdet för mohalt (C) är mycket litet och inte signifikant skilt från noll.

Ytterligare 22 regressionsekvationer har undersökts, vilka har olika kombinationer av en, två eller tre förklarande variabler, dvs ekvationer med samma variabelantal som uttrycken 1-3 i tabell 18. Resultat har därvid framkommit som ganska tydligt pekar på att lerhalten i föreliggande statistiska population av jordar uppenbarligen är en mindre betydelsefull förklarande variabel till $w_{t,1}$ än vad halterna mullsubstans, mjäla och sand är. Av dessa kompletterande regressionsekvationer är fem stycken redovisade i tabell 20, nämligen de som för varje givet antal förklarande variabler ger det högsta värdet (eller de två högsta värdena) på determinationskoefficienten, R^2 .

Statistiska karakteristika för den generella fördelningen av den förklarade variabeln $w_{t,1}$ finns upptagna i tabell 41 i appendix. Dessa har emellertid ett begränsat intresse, eftersom $w_{t,1}$ är beroende av jordarten. Fördelningskarakteristika för $w_{t,1}$ inom varje enskild lerhaltsklass återfinnes i figur 55 i appendix. Snedfördelningar är där tydligt iakttagbara.

Mullhaltens inverkan. Det är ett välbekant faktum att en ökad mullhalt allmänt sett har en förhöjande inverkan på $w_{t,1}$. Detta framkommer t ex i femte raden i tabell 19, där man kan se att $w_{t,1}$ ökar med mellan 1,55 och 1,92 procentenheter för varje procentenhet som mullsubstanshalten ökas. Samma förhållande framkommer även vid andra regressionsberäkningar. Mullsubstanshalten (H) ingår i 11 av sammanlagt 25 beräknade regressions-ekvationer med $w_{t,1}$ som förklarad variabel och en, två eller tre förklarande variabler avseende substanshalter. Det har visat sig att regressionskoefficienten för H i samtliga fall är positiv.

Det höga värdet 2,06 på regressionskoefficienten, b_H , för mullsubstanshalt i den andra ekvationen i tabell 18 vilket tycks strida mot δ -värdena i tabell 19, rad 5, sammanhänger med att den där använda kombinationen förklarande variabler (L och H) egentligen är mindre bra. Koefficienten torde i sig ha upptagit vissa med mullsubstanshalten samvarierande inflytanden från i första hand halterna av mjäla (Mj) och sand (S). R^2 -värdet för ekvationen är som synes ganska litet (0,43). De två bästa uttrycken med två förklarande variabler är ekvationerna 2a och 2b i tabell 20, vilka har R^2 -värdena 0,56 respektive 0,60 och variabeln L utbytt mot Mj respektive S.

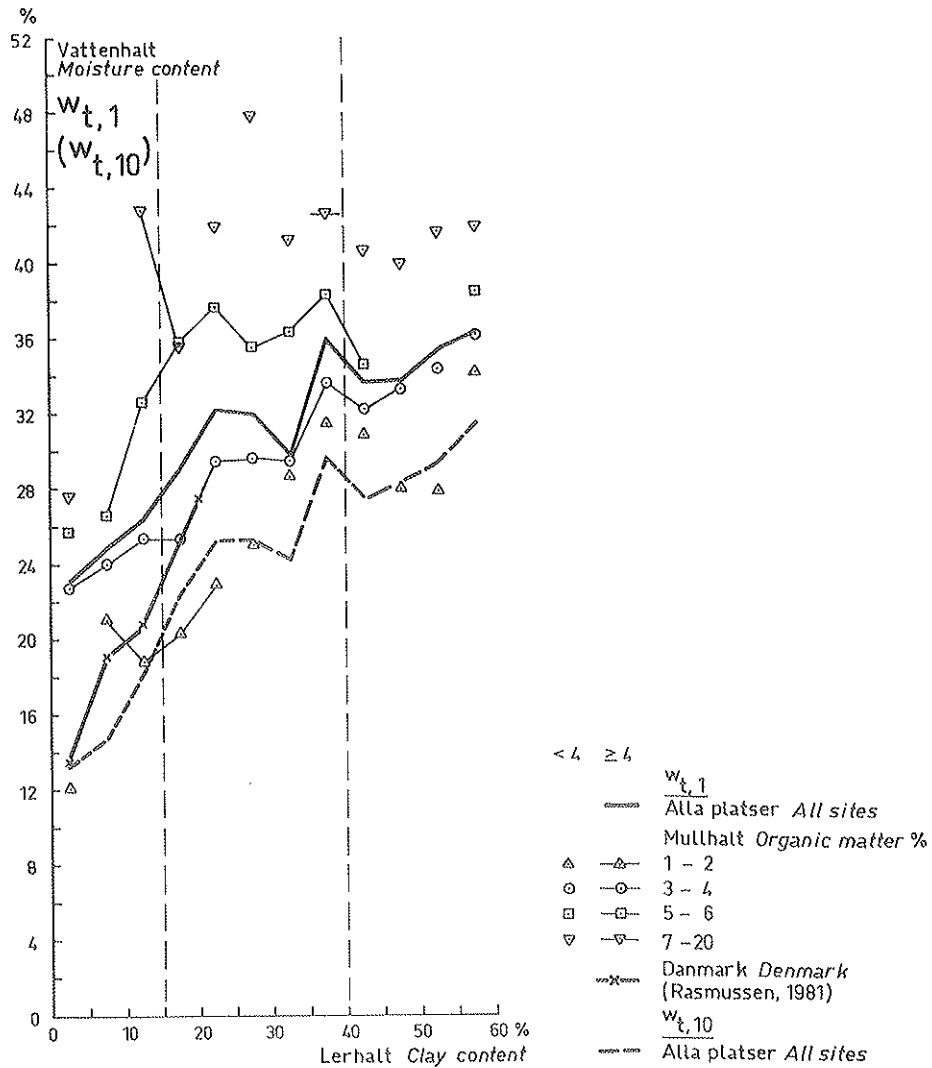
Ett annat sätt att visa mullhaltens inflytande på $w_{t,1}$ framställs i figur 26, där fyra mullhaltsintervall kommer till användning, nämligen 1-2, 3-4, 5-6 och 7-20 %. Medianvärden av $w_{t,1}$ för varje lerhaltsintervall och för vart och ett av mullhaltsintervallen har lagts in i figuren och sammanbundits i de fall 4 eller flera observationer ligger bakom de enskilda medianvärdena.

Här kan inte samma parallellitet mellan kurvorna iaktas som i fråga om motsvarande mullhaltsklasser vid $w_{t,150}$. Detta torde bero på inverkan från andra substansfraktioner, främst mjäla- och sandfraktionen. Det finns i detta sammanhang anledning att peka på att determinationskoefficienten, R^2 , för det principiella regressions sambandet $w_{t,1} = f(L,H)$ är 0,43, men att R^2 -värdet ökar till 0,58 respektive 0,60 om halterna mjäla (Mj) respektive sand (S) medtas, så att de principiella regressions-uttrycken $w_{t,1} = f(L,H,Mj)$ respektive $w_{t,1} = f(L,H,S)$ erhålls.

En ytterligare illustration av mullsubstanshaltens stora betydelse ger det faktum att kurvan för $w_{t,1}$ vid 1-2 % mullhalt ligger mycket nära den kurva som visar $w_{t,10}$ utan uppdelning i mullhaltsintervall. Resultaten från de danska (Rasmussen, 1981) bestämningarna av $w_{t,1}$ ligger närmast kurvorna för 1-2 % och 3-4 % mullhalt. Detta innebär att de här aktuella danska jordarna har en liten vattenhållande förmåga. Fördelningskaraktistika för $w_{t,1}$ för var och en av de fyra mullhaltsklasserna finns angivna i tabell 44 i appendix.

Mjälahaltens inverkan. Mjälahalten är av väsentlig betydelse för $w_{t,1}$. Detta framgår ganska tydligt av tabell 20. Mjälahalten ingår nämligen i denna tabells bästa ekvationer med en eller tre förklarande variabler samt i den näst bästa med två förklarande variabler. En ytterligare fingervisning om mjälahaltens betydelse ger ökningen av R^2 -värdet från 0,43 till 0,58 vid övergång från den andra till den tredje ekvationen i tabell 18.

Av tabell 19 framgår att $w_{t,1}$ blir större om mjälhalten ökas på bekostnad av ler-, mo- eller sandhalten. Däremot minskar $w_{t,1}$ i det fall mjälhaltens ökning tänks bli kompenserad av en minskad mullsubstanshalt.



Figur 26. Vattenhalten i viktprocent vid det vattenavförande trycket 1 m vp, $w_{t,1}$, som funktion av lerhalten för alla aktuella provplatser och mullhaltsintervallen 1-2, 3-4, 5-6 och 7-20 %. Medianvärden. Data från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) anges, i form av medelvärden. Som jämförelse anges motsvarande värden för alla aktuella provplatser för det vattenavförande trycket 10 m vp, $w_{t,10}$. - Moisture content in per cent by weight at the matric tension 1 m w.c., $w_{t,1}$, as a function of the clay content for all sites studied, and for the organic matter intervals 1-2, 3-4, 5-6 and 7-20 %. Median values. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are also given, average values. Corresponding values for all sites studied for the matric tension 10 m w.c., $w_{t,10}$ are given for comparison.

Tabell 20. Regressionsekvationer vilka för $w_{t,1}$, vid varje givet antal (1-3) förklarande variabler, ger det högsta värdet eller de två högsta värdena på determinationskoefficienten, R^2 . De förklarande variablerna är halterna mullsubstans (H), mjäla (Mj) och sand (S). - Regression equations which, for $w_{t,1}$ at a given number of independent variables (1-3), give the highest value or the two highest values of the determination coefficient, R^2 . The independent variables are the contents of organic matter (H), silt (Mj) and coarse sand (S).

Ekvations- nummer Equation number	Ekvation Equation
1a	$w_{t,1} = 36,0 - 0,31S$
1b	$w_{t,1} = 20,9 + 0,46Mj$
2a	$w_{t,1} = 15,3 + 1,72H + 0,39Mj$
2b	$w_{t,1} = 27,5 + 1,91H - 0,27S$
3	$w_{t,1} = 22,3 + 1,75H + 0,20Mj - 0,18S$

Ekvations- nummer Equation number	R^2	Medelfel i estimaten av Standard error in the estimates of			
		Interceptet Intercept	b_H	b_{Mj}	b_S
1a	0,39	0,58			0,023
1b	0,40	0,82		0,034	
2a	0,56	0,90	0,172	0,030	
2b	0,60	0,86	0,162		0,019
3	0,64	1,25	0,157	0,037	0,025

Övriga fraktioners inverkan. Av de båda återstående fraktionerna tycks sanden ha en betydande och mon en ganska liten inverkan på $w_{t,1}$.

Sandhalten förefaller att ha ungefär samma betydelse som mjälhalten, men med en påverkan som i stort sett går i motsatt riktning. Medan $w_{t,1}$ på det hela taget ökar med stigande mjälhalt, så minskar $w_{t,1}$ när sandhalten ökar, allt i enlighet med kända markfysikaliska samband. Ökningen av halten sand sänker värdet på $w_{t,1}$, vilket avspeglas i tabell 19. Där kan det konstateras att $w_{t,1}$ minskar oavsett vilken fraktion en ökning av halten sand går ut över.

Av tabell 20 framgår att sandhalten ingår som variabel i de bästa ekvationerna med två och tre förklarande variabler samt i den näst bästa med en förklarande variabel. Som tidigare nämnts ökade determinationskoefficienten, R^2 , från 0,43 till 0,58 vid övergång från princip-ekvationen $w_{t,1} = f(L,H)$ till princip-ekvationen $w_{t,1} = f(L,H,Mj)$. Vid övergång från $w_{t,1} = f(L,H)$ till $w_{t,1} = f(L,H,S)$ blir uppgången ännu större, nämligen till 0,60. Den sistnämnda princip-ekvationen motsvaras av den verkliga regressionsekvationen $w_{t,1} = 26,3 + 0,04L + 1,90H - 0,25S$.

Betydelsen för $w_{t,1}$ av halten m_o kan bedömas vara förhållandevis liten med tanke på att mohalten (M_o) som förklarande tillskotts-variabel ger en liten eller tämligen liten ökning av värdet på R^2 . Detta gäller vid 14 möjliga fall av övergång från en, två eller tre förklarande variabler till två, tre respektive fyra sådana variabler i regressions sambanden. Någorlunda stor ökning av R^2 erhålles endast vid övergång från $w_{t,1} = f(L,Mj,S)$ till $w_{t,1} = f(L,Mj,M_o,S)$ samt i viss mån vid övergång från $w_{t,1} = f(L,S)$ till $w_{t,1} = f(L,M_o,S)$.

Av tabell 19 framgår att $w_{t,1}$ minskar om mohalten ökas och antingen mjälhalten eller mullhalten minskas i samma mån. Även i det fall minskningen går ut över lerfraktionen minskas $w_{t,1}$. I detta fall är emellertid nedgången i $w_{t,1}$ mycket liten och inte statistiskt säker. Går ökningen av mofraktionen helt ut över sandfraktionen, så tilltar som väntat $w_{t,1}$.

Regionala skillnader. De områdesvisa medianvärdena för $w_{t,1}$ är entydigt stigande från område I till område V, med 4 procentenheter för varje steg. Detta avspeglar en stigande gradient från söder till norr (tabell 45 i appendix). Skillnaderna mellan de olika områdena kan förklaras på följande sätt (se även tabell 34 i appendix):

De låga medianvärden för $w_{t,1}$ som avser jordarna från områdena I och II sammanhänger med den låga genomsnittsandelen finkorniga sediment i dessa områden. Den inbördes skillnaden mellan de två områdenas medianvärden betingas av att mullhalten i genomsnitt är högre i jordarna från område II än i jordarna från område I. Medianvärdesökningen från område II till område III torde bero på att de undersökta jordarna från område III i genomsnitt har högre halt finkornigt material, främst ler, än vad jordarna från område II har. Skillnaden mellan det medianvärde som avser område III och det som avser område IV förklaras av att lerhalten i medeltal är betydligt större i jordarna från område IV än i jordarna från område III. De undersökta jordarna inom område V har genomsnittligt en lägre lerhalt än jordarna från område IV. Däremot har de förra högre genomsnittshalt av mjäla och mullsubstans än de senare, vilket bör kunna förklara skillnaden i medianvärdet av $w_{t,1}$, eftersom såväl mjäla som mullsubstans har mer positiv inverkan på $w_{t,1}$ än vad ler har (jämför med tabell 19).

I figur 27 visas $w_{t,1}$ som funktion av lerhalten för olika områden och särpräglade jordar. Sammanförandet av olika områden och särpräglade jordar i skilda delfigurer (a-d) bygger på

jordartskartan i fig 7 och på den analys som redovisas dels i figur 16, dels i figur 50 i appendix.

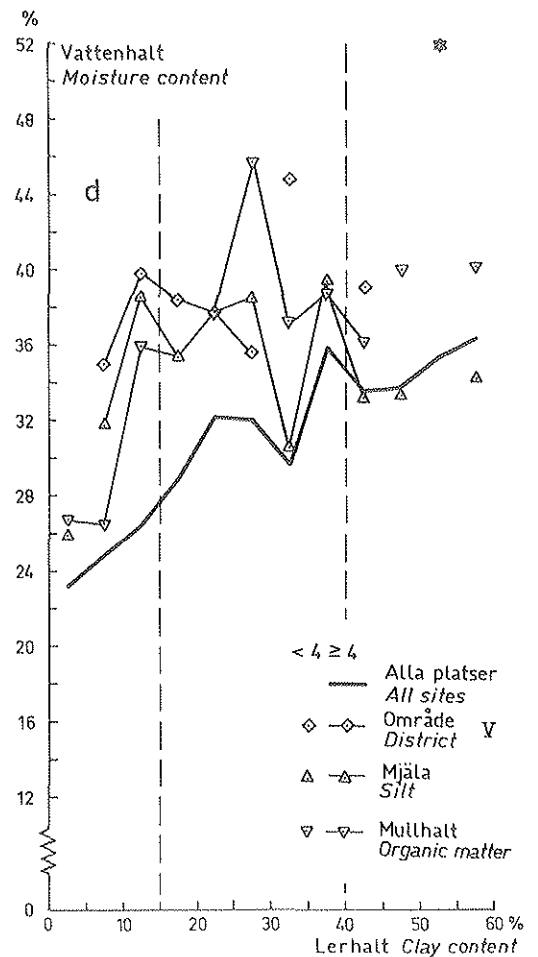
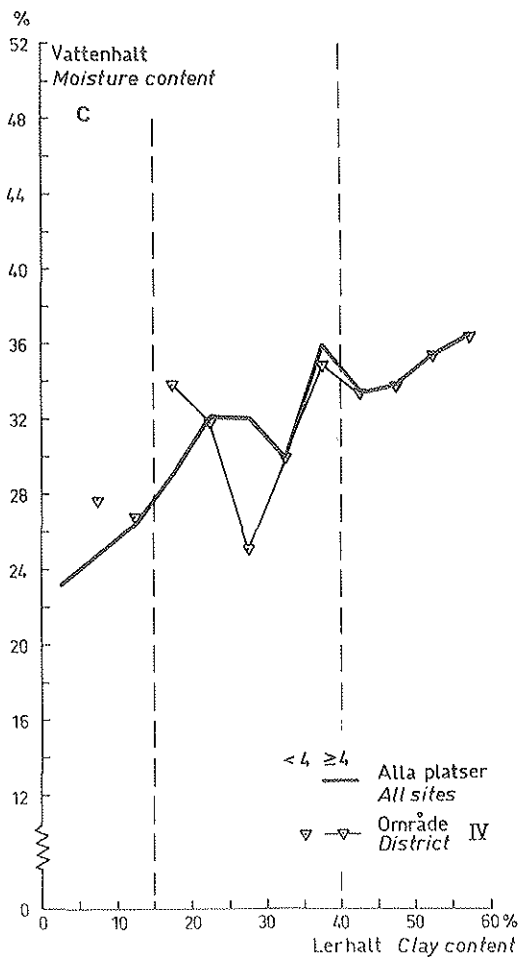
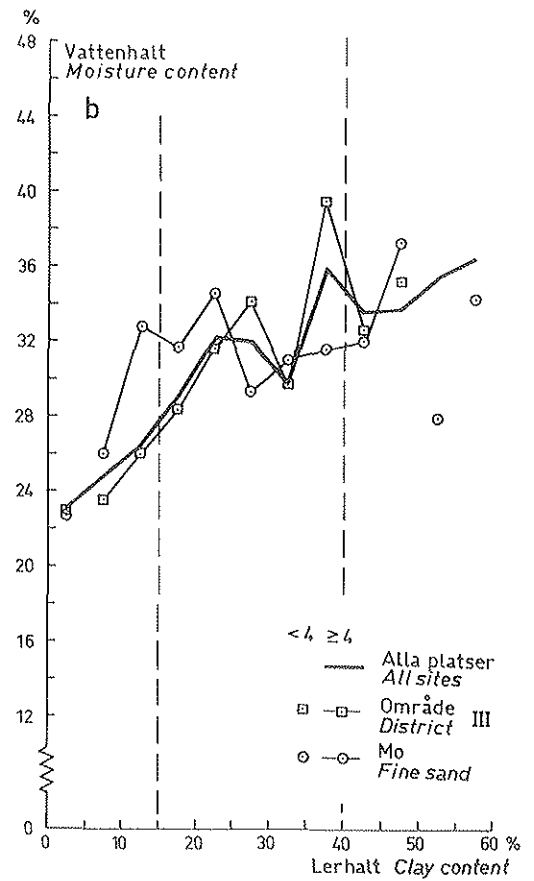
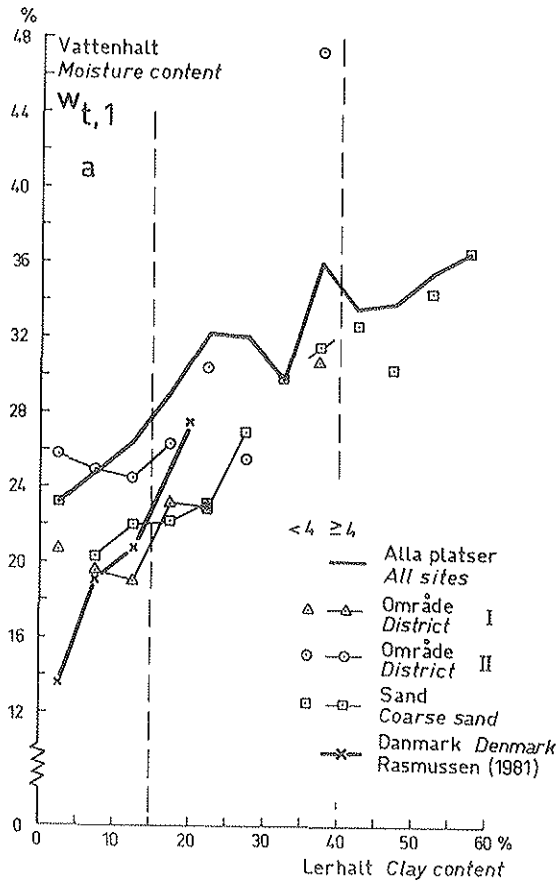
I delfigur a i figur 27 visas resultat från de sydsvenska områdena I och II, från sandrika särpräglade jordar i hela landet och från de danska jordar Rasmussen undersökt (Rasmussen, 1981). Det är här genomgående fråga om jordar med relativt liten vattenhållande förmåga. Den nära överensstämmelsen mellan den kurva som avser jordarna från område I och den kurva som avser sandrika särpräglade jordar från hela landet, kan ha att göra med att jordarna i båda grupperna är tämligen mullfattiga. Jordarna inom område II har bättre mullsubstansstatus, vilket avspeglar sig i en större vattenhållande förmåga. De danska resultaten ligger nära de kurvor som avser område I och de sandrika särpräglade jordarna.

I delfigur d visas resultat från det nordsvenska området V samt från mjäla- och mullrika särpräglade jordar från hela landet. De här aktuella jordarna har relativt stor vattenhållande förmåga.

Resultat från jordar som i här aktuellt avseende ligger mellan ytterligheterna (delfigurerna a och d), illustreras i delfigurerna b och c. I delfigur b redovisas resultat från jordar i område III i Västsverige och morika särpräglade jordar från hela landet, medan delfigur c representerar jordar från område IV i östra Mellansverige.

Sammanfattande kommentarer. Det kan framhållas att lerhaltens variation ger en ganska liten del av den statistiska förklaringen till $w_{t,1}$:s variation, vilket i någon mån framgår av tabellerna 18 och 20. Betydligt viktigare i sammanhanget synes såväl mullsubstanshalten som halterna av mjäla och sand vara.

Figur 27. Vattenhalten i viktprocent vid det vattenavförande trycket 1 m v p, $w_{t,1}$, som funktion av lerhalten för (a) alla aktuella provplatser, område I och II samt sandrika särpräglade jordarna; (b) alla aktuella provplatser, område III och morika särpräglade jordar; (c) alla aktuella provplatser och område IV; (d) alla aktuella provplatser, område V samt mjäla- och mullrika särpräglade jordar. Medianvärden. Värden från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) ges i (a); medelvärden. - Moisture content by weight at the matric tension 1 m w c, $w_{t,1}$, as a function of the clay content for (a) all sites studied, district I and II as well as soils rich in coarse sand; (b) all sites studied district III and soils rich in fine sand; (c, all sites studied and district IV; (d) all sites studied, district V as well as soils rich in silt and organic matter. Median values. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are given in (a) average values.



I analogi med de tidigare föreslagna skattningsformlerna för $w_{t,150}$ och $w_{t,10}$ med lerhalten som förklarande variabel föreslås följande enkla approximeringsformel:

$$w_{t,1} = 25 + 0,25L$$

Formeln utgår från ekvation 2 i tabell 18. Mullsubstanshalten har förutsatts vara cirka 4 %. Resonemanget överensstämmer med det som tidigare förts angående $w_{t,150}$ och $w_{t,10}$. En statistiskt sett något säkrare skattningsformel erhålls om principkvationen $w_{t,1} = f(L)$, härledd från $w_{t,1} = f(L,H)$, utbyts mot $w_{t,1} = f(Mj)$, härledd från $w_{t,1} = f(Mj,H)$. Följande approximationsformel med en mjälahaltsterm istället för en lerhaltsterm kan då föreslås:

$$w_{t,1} = 22 + 0,4Mj$$

Formeln utgår från ekvation 2a i tabell 20. Mullsubstanshalten har förutsatts vara cirka 4 %.

$w_{t,1}$ ger en värdefull information om de olika jordarnas vattenhållande egenskaper. Det är en information som något nyanseras och preciseras av den gjorda uppdelningen av $w_{t,1}$ -materialiet på olika områden och särpräglade jordar som ges i figur 27.

4.6.1.4 Potentiellt växttillgängligt vatten

En ännu värdefullare information om de olika jordarnas vattenhållande egenskaper erhålles från differensen mellan vattenhalten vid avsugningsjämvikt med det vattenavförande trycket 1 m v p ($w_{t,1}$) och vattenhalten vid jämvikt med det vattenavförande trycket 150 m v p ($w_{t,150}$).

Omfattande regressionsanalys, vars resultat endast delvis redovisas här, har visat att bland materialfraktionerna ler, mjäla, mo, sand och mullsubstans, så tycks mjäla (Mj), mo (Mo) och mullsubstans (H) vara av störst betydelse. I viss mån antyds detta i tabell 21, där de regressionsekvationer upptas som för en, två respektive tre förklarande variabler ger störst R^2 -värde.

För den linjära modellen utan intercept erhöles för $w_{t,1} - w_{t,150}$ följande ekvation:

$$w_{t,1} - w_{t,150} = -0,07L + 0,41Mj + 0,20Mo + 0,02S + 1,27H$$

De olika fraktionernas skilda utbytesvärden framgår av $\hat{\delta}$ -värdena i tabell 22. Man ser av tabellen att lerets inverkan på mängden potentiellt växttillgängligt vatten genomgående är negativ, medan mullsubstansens inverkan lika genomgående är positiv (jämför med Heinonen, 1954; Salter et al., 1965). Sandens inverkan är alltid negativ, utom vid utbyte mot ler, medan mjälans inverkan alltid är positiv, utom vid utbyte mot mullsubstans. Mo har negativ utbytesrelation i förhållande till mjäla och mullsubstans, medan utbytesrelationen är positiv mellan ler och sand.

Tabell 21. Regressionsekvationer vilka för $w_{t,1} - w_{t,150}$, vid varje givet antal (1-3) förklarande variabler, ger det högsta värdet eller de två högsta värdena på determinationskoefficienten, R^2 . De förklarande variablerna är halterna av mullsubstans (H), mjäla (Mj) och mo (Mo). - Regression equations which for $w_{t,1} - w_{t,150}$ at a given number (1-3) of independent variables, give the highest value or the two highest values of the determination coefficient, R^2 . The independent variables are the contents of organic matter (H), silt (Mj) and fine sand (Mo).

Ekvationsnummer Equation number	Ekvation Equation
1	$w_{t,1} - w_{t,150} = 13,7 + 0,28Mj$
2	$w_{t,1} - w_{t,150} = 4,8 + 0,40Mj + 0,19Mo$
3	$w_{t,1} - w_{t,150} = -1,1 + 1,29H + 0,37Mj + 0,22Mo$

Ekvationsnummer Equation number	R^2	Medelfel i estimaten av Standard error in the estimates of			
		Interceptet Intercept	b_H	b_{Mj}	b_{Mo}
1	0,27	0,69		0,028	
2	0,42	1,21		0,029	0,022
3	0,58	1,19	0,130	0,025	0,019

Även för $w_{t,1} - w_{t,150}$ kan en enkel approximeringsformel med lerhaltsterm föreslås, nämligen

$$w_{t,1} - w_{t,150} = 20,5 - 0,05L$$

En approximeringsformel som istället för en lerhaltsterm innehåller en mjälahaltsterm föreslås också:

$$w_{t,1} - w_{t,150} = 14 + 0,25Mj$$

Formlerna bygger på följande tvåparametriska regressionsekvationer:

$$w_{t,1} - w_{t,150} = 15,0 - 0,05L + 1,14H$$

med $R^2 = 0,20$ och

$$w_{t,1} - w_{t,150} = 10,3 + 0,24Mj + 1,03H$$

Tabell 22. Skattningar av δ -värden för potentiellt växttillgängligt vatten ($w_{t,1} - w_{t,150}$) för ler, mjäla, mo, sand och mullsubstans. - Estimation of δ -values for potentially plant available water ($w_{t,1} - w_{t,150}$) for clay, silt, fine sand, coarse sand and organic matter.

	A	B	C	D	E
	ler	mjäla	mo	sand	mull-
	clay	silt	fine	coarse	substans
			sand	sand	organic
					matter
1 ler clay	-	-0,48***	-0,26***	-0,09***	-1,34***
2 mjäla silt	0,48***	-	0,22***	0,39***	-0,86***
3 mo fine sand	0,26***	-0,22***	-	0,18***	-1,08***
4 sand coarse sand	0,09***	-0,39***	-0,18***	-	-1,25***
5 mullsubstans organic matter	1,34***	0,86***	1,08***	1,25***	-

med $R^2 = 0,37$. R^2 -värdena visar tydligt att formeln med mjäla-term har högre anpassningsgrad än formeln med lerhaltsterm. Vid förfärdigandet av approximeringsformelerna har en mullsubstanshalt av 4 % satts in i de tvåparametriska ursprungsekvationerna. Se vidare kommentarerna till approximationsformlerna för $w_{t,150}$ och $w_{t,1}$.

4.6.2 VATTENHALTEN VID PROVTAGNINGEN

Uttagning av prov för vattenhaltsbestämning gjordes regelmässigt omedelbart efter sådden. Prov som uttagits senare, t ex i samband med vallinsådd, har uteslutits. På grund av denna provtagning direkt efter sådden, är vattenhaltsvärdena från de olika provplatserna fullt jämförbara, eftersom brukarna kan förväntas ha eftersträvat att så vid de för varje provplats optimala fuktighetsbetingelserna för sådd.

Vattenhalten (i viktprocent) vid provtagningen har bestämts för de tre använda, ungefär lika tjocka, såbäddslagren samt för skiktet närmast under såbädden. Såbäddens lager betecknas L1, L2 och L3, från markytan räknat, medan bottenlagret betecknas LB. Medianvärdena för tjockleken av L1, L2 och L3 är 2,0, 1,6 respektive 2,0 cm. Bottenlagret, LB, har tjockleken 2,0 cm, räknat från såbäddens botten och nedåt. Vattenhalten vid provtagningen betecknas för lagren L1, L2, L3 och LB med $w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$, $w_{a,L3}$ respektive $w_{a,LB}$.

I figur 28 anges de fyra $w_{a,L}$ -variablernas medianvärden som funktioner av lerhalten. Av figuren framgår att $w_{a,LB}$ -värdena på det hela taget växer med ökande lerhalt. En statistisk analys som avser hela lerhaltsamplituden visar att sannolikheten är mycket liten ($p < 0,0001$) för att lutningskoefficienten skall vara noll för en rät linje anpassad till de enskilda $w_{a,LB}$ -värdena (tabell 23).

Den statistiska säkerheten i lutningskoefficienterna för de tre räta linjer som anpassats till $w_{a,LB}$ -värdena inom var och en av lerhaltsintervallen <15 , $15-(40)$ och >40 % är dock mindre än för linjen som gäller för hela lerhaltsamplituden. Särskilt tydligt är detta i lerhaltsintervallet >40 %, där p-värdet för sannolikheten att lutningskoefficienten skall sammanfalla med noll är 0,09.

Av figur 28 framgår det vidare att medianvärdena för $w_{a,L}$ för de tre lagren i såbädden tilltar med lerhalten upp till 15 % ler, för att däröver endast visa svag tendens till ökning. Statistisk analys, byggd på de enskilda $w_{a,L}$ -värdena och ej på medianvärdena, fastslår att sannolikheten är ganska liten ($0,002 < p < 0,007$) för att $w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$ och $w_{a,L3}$ skall vara oberoende av lerhalten inom intervallet <15 % ler (tabell 23). För de båda andra lerhaltsintervallen är å andra sidan sannolikheten stor för att inget lerhaltsberoende föreligger. Detta gäller särskilt för lerhaltsintervallet $15-(40)$ % ler, och där i speciellt hög grad $w_{a,L1}$ och $w_{a,L2}$.

En särskild statistisk prövning utfördes för att klarlägga om några signifikanta skillnader förelåg mellan lutningskoefficienterna i de linjära ekvationer som anpassats till $w_{a,L}$ -värdena för L1, L2 och L3 inom de olika lerhaltsintervallen. Några statistiskt säkerställda skillnader kunde inte påvisas, varför en gemensam lutningskoefficient för de tre ekvationerna för lagren i såbädden estimerades för varje lerhaltsintervall. Med utgångspunkt från de funna lutningskoefficienterna framräknades därefter en serie nya anpassningsekvationer (tabell 24). Signifikansprövning av lutningskoefficienterna för de nya ekvationerna bekräftade att $w_{a,L1-L3}$ endast visar ett säkert beroende av lerhalten inom lerhaltsintervallet <15 % ler.

Eftersom $w_{a,L1-L3}$ inte kan visas vara beroende av lerhalten vid > 15 % ler, är medianvärden av vattenhalten i de olika lagren av ett visst intresse som ett approximativt mått. För L1, L2 och L3 (för >15 % ler) ligger medianvattenhalterna på 13, 17 respektive 20 % på mineraljordarna. (Jämför tabell 25, i vilken även lerhalter <15 % ingår).

För varje enskild lerhaltsklass redovisas i figur 58 i appendix fördelningskaraktistika för vattenhalterna vid provtagningen. Snedfördelningar är där tydligt skönjbara.

Jämför man vattenhalterna vid olika vattenavförande tryck (figurerna 20, 24 och 25) med vattenhalterna vid provtagningen (figur 28), i samtliga fall såsom funktion av lerhalten, finner man att de jämförda variablerna ibland har lika, ibland olika

Tabell 23. Resultat av regressionsberäkningar rörande vattenhalten vid provtagningen ($w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$ etc.) som funktioner av lerhalten (L). Separata lutningskoefficienter. - Results of regression calculations concerning moisture contents when sampling ($w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$ etc.) as functions of the clay content (L). Separate inclination coefficients.

Lerhaltsintervall	Regressionsekvationer	p-värde för hypotesen att lutningskoefficienten = 0
Clay content intervals	Regression equations	p-value for the hypothesis that the inclination coefficient = 0
< 15 % ler	$w_{a,L1} = 8,2 + 0,52L$	0,007**
	$w_{a,L2} = 10,7 + 0,66L$	0,002**
	$w_{a,L3} = 12,8 + 0,69L$	0,002**
	$w_{a,LB} = 16,4 + 0,72L$	0,003**
15-(40) % ler	$w_{a,L1} = 14,6 - 0,06L$	0,53
	$w_{a,L2} = 17,7 - 0,001L$	0,99
	$w_{a,L3} = 19,2 + 0,08L$	0,45
	$w_{a,LB} = 21,3 + 0,21L$	0,04*
≥ 40 % ler	$w_{a,L1} = 8,7 + 0,11L$	0,33
	$w_{a,L2} = 11,8 + 0,12L$	0,23
	$w_{a,L3} = 15,9 + 0,10L$	0,30
	$w_{a,LB} = 18,6 + 0,22L$	0,09
Samtliga All	$w_{a,L1} = 12,4 + 0,04L$	0,20
	$w_{a,L2} = 16,1 + 0,05L$	0,09
	$w_{a,L3} = 18,6 + 0,08L$	0,02*
	$w_{a,LB} = 21,4 + 0,18L$	< 0,0001***

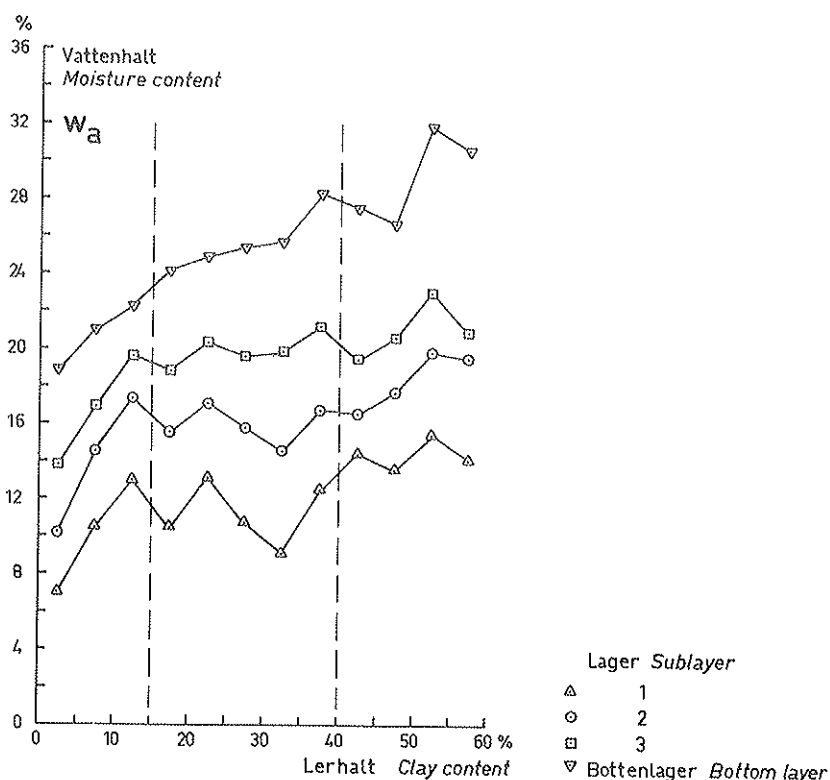
funktionsförlopp. För att bättre åskådliggöra sammanhangen har dessa två grupper av kurvor sammanförts i figur 29. Av denna figur framgår bl a att för lerhalter över cirka 20 % ler, så sammanfaller i stort sett den kurva som sammanbinder medianvärdena för $w_{t,10}$ med motsvarande kurva för $w_{a,LB}$. En statistisk prövning av lutningskoefficienterna för de två räta linjer som anpassats till de enskilda värdena för $w_{t,10}$ respektive för $w_{a,LB}$ har utförts. Prövningen visade att ingen signifikant skillnad förelåg mellan linjernas lutning, varför en gemensam lutningskoefficient (0,17) estimerades. Därigenom erhöles följande två ekvationer som gäller för lerhalter över 20 %:

$$w_{t,10}(L>20) = 21,8 + 0,17L \quad \text{och}$$

$$w_{a,LB}(L>20) = 22,1 + 0,17L$$

Det här relaterade förhållandet sammanhänger troligen med att bearbetbarheten på dessa jordar är bestämd av en viss kritisk vattenhalt. Mycket tyder nämligen på att såbäddens djup i hög grad bestäms av djupet för den högsta vattenhalt vid vilken jorden är bearbetbar. Att differensen $w_{a,L3} - w_{t,10}$ inte är beroende av $z_{b,m}$ (bearbetningsdjupet) har också bekräftats i en regressionsberäkning där R^2 -värdet inte låg högre än 0,012.

Inte heller för lerhalter upp till 20 % kan det visas att lutningskoefficienterna för de till respektive material anpassade räta linjer som definierar $w_{t,10}$ och $w_{a,LB}$ är signifikant skilda från varandra, varför en gemensam lutningskoefficient



Figur 28. Provtagningsvattenhalter i viktprocent, i lager 1, 2 och 3 samt bottenlagret, $w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$, $w_{a,L3}$ respektive $w_{a,LB}$ som funktioner av lerhalten. Medianvärden. - Moisture content in per cent by weight when sampling in sublayers 1, 2, 3 and bottom layers, $w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$, $w_{a,L3}$ and $w_{a,LB}$ respectively as functions of the clay content. Median values.

Tabell 24. Resultat av regressionsberäkningar med konstanta lutningskoefficienter i några av ekvationerna i tabell 23. - Results of regression calculations with constant inclination coefficients in some of the equations in Table 23.

Lerhaltsintervall	Regressions- ekvationer	p-värde för hypote- sen att lutnings- koefficienten = 0 p-value for the hypothesis that the inclination coeffi- cient = 0
Clay content	Regression equations	
<15 % ler	$w_{a,L1} = 7,3 + 0,62L$ $w_{a,L2} = 11,0 + 0,62L$ $w_{a,L3} = 13,4 + 0,62L$	<0,0001***
15-(40) % ler	$w_{a,L1} = 13,0 + 0,007L$ $w_{a,L2} = 17,5 + 0,007L$ $w_{a,L3} = 21,0 + 0,007L$	0,90
>40 % ler	$w_{a,L1} = 8,7 + 0,11L$ $w_{a,L2} = 12,4 + 0,11L$ $w_{a,L3} = 15,3 + 0,11L$	0,06

(0,58) även här estimerades, och följande två ekvationer för lerhalter upp till 20 % erhöles:

$$w_{t,10}(L \leq 20) = 12,1 + 0,58L \quad \text{och}$$

$$w_{a,LB}(L \leq 20) = 17,1 + 0,58L$$

De i figur 29 visade variabelsambanden kommer att ytterligare diskuteras i nästa avsnitt (4.6.3).

Hur och i vilken utsträckning jordens mullhalt inverkar på vattenhalten vid provtagningen belyses i figur 30, där denna vattenhalt för såbäddens översta lager, d v s $w_{a,L1}$, visas som funktion av lerhalten för några parametervärden på mullhalten. Samma fyra mullhaltsintervall har använts som tidigare begagnats. Man ser ganska tydligt på kurvorna hur vattenhalten ökar med stigande mullhalt. Även medelförloppet av $w_{a,L1}$ som funktion av lerhalten visas. Därutöver har motsvarande medelförlopp för $w_{a,L2}$ lagts in som jämförelse. Man kan se att det endast är för jordar med hög mullhalt, som $w_{a,L1}$ -värdena tangerar den generella kurvan för $w_{a,L2}$.

Tabell 25. Fördelningskaraktistika för vattenhalter i viktprocent vid provtagningen i lager 1, 2 och 3 samt bottenlagret, $w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$, $w_{a,L3}$ respektive $w_{a,LB}$, på mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for moisture content in per cent by weight when sampling in sublayers 1, 2, 3 and bottom layers, $w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$, $w_{a,L3}$ and $w_{a,LB}$ respectively, in mineral and organic soils. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar (275) Mineral soils				Organogena jordar (14) Organic soils			
	$w_{a,L1}$	$w_{a,L2}$	$w_{a,L3}$	$w_{a,LB}$	$w_{a,L1}$	$w_{a,L2}$	$w_{a,L3}$	$w_{a,LB}$
Maximum Maximum	38,1	54,4	66,0	70,4	143,3	187,8	190,2	218,9
3:e kvartil 3rd quartile	17,4	21,3	23,9	30,5	106,3	116,2	128,2	153,0
Median Median	11,9	16,3	19,4	24,8	75,9	100,0	114,6	131,4
1:a kvartil 1st quartile	8,0	12,1	15,2	20,2	52,1	66,8	79,6	93,9
Minimum Minimum	2,8	4,3	6,5	6,1	43,7	59,3	60,3	75,3

Sammanfattningsvis kan det framhållas att vattenhaltsbestämningen i de tre lagren i såbädden ger en tillräckligt noggrann bild av fuktighetsgradienten i såbädden. En viktig slutsats av utförda statistiska analyser är att vattenhalterna i såbäddslagren är beroende av lerhalten vid lerhalter under 15 %, för att därefter vara lerhaltsberoende. Bottenlagrets vattenhalter ger en god föreställning om förhållandena omedelbart under såbäddens botten. Dessa vattenhalter, $w_{a,LB}$, är lerhaltsberoende åtminstone till 40 % ler. För lerhalter över 20 % sammanfaller $w_{a,LB}$ med vattenhalten vid avsugningsjämvikt med ett vattenavförande tryck av 10 m vp, d v s, med $w_{t,10}$.

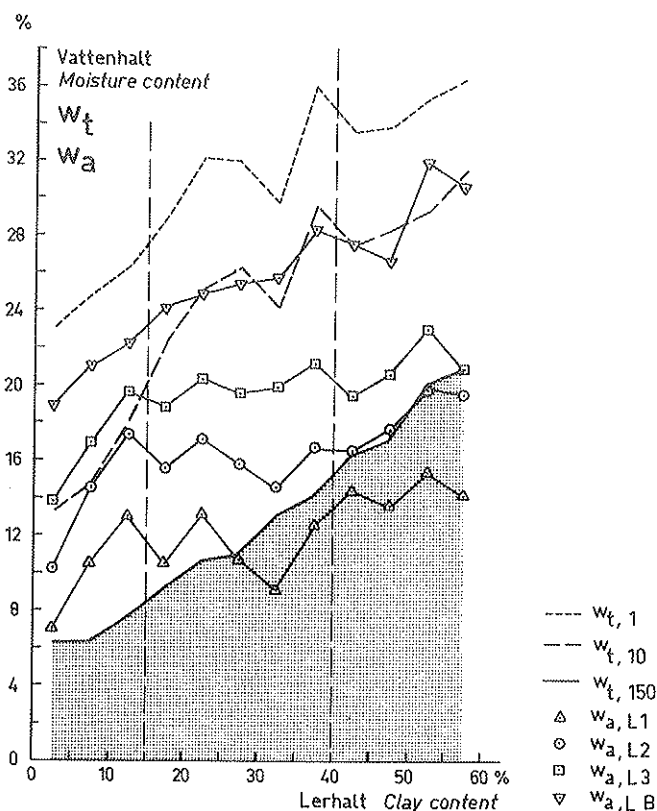
Det bör till slut påpekas att förutsättningarna för såbäddens olika fuktighetstillstånd knappast torde ha förändrats i nämnvärd utsträckning sedan den tid undersökningen genomfördes för cirka 10 år sedan, detta trots användningen av andra harvar nu mot då och trots ett kanske något mindre djup hos såbäddarna.

4.6.3 VÄXTTILLGÄNGLIGT VATTEN VID PROVTAGNINGEN

Innehållet av växttillgängligt vatten i viktprocent, w_u , i ett visst jordskikt vid provtagningen definieras här som skillnaden i det givna skiktet mellan aktuell vattenhalt, w_a , och vattenhalten vid det vattenavförande trycket 150 m vattenpelare, $w_{t,150}$, således $w_u = w_a - w_{t,150}$.

En första översikt över var i såbädden växttillgängligt vatten föreligger vid olika lerhalter ges i figur 29 i föregående avsnitt. Alla kurvor för vattenhalten vid provtagningen vilka ligger ovanför kurvan för vattenhalten vid det vattenavförande trycket 150 m vp indikerar en tillgång på växttillgängligt vatten, medan de kurvor eller kurvdelar som ligger under, indikerar bristsituationer. I lager 1 förekommer vid medianförhållanden växttillgängligt vatten upp till 25 % ler, medan lager 2 och 3 under medianförhållanden har växttillgängligt vatten upp till 40 % respektive 55 % ler.

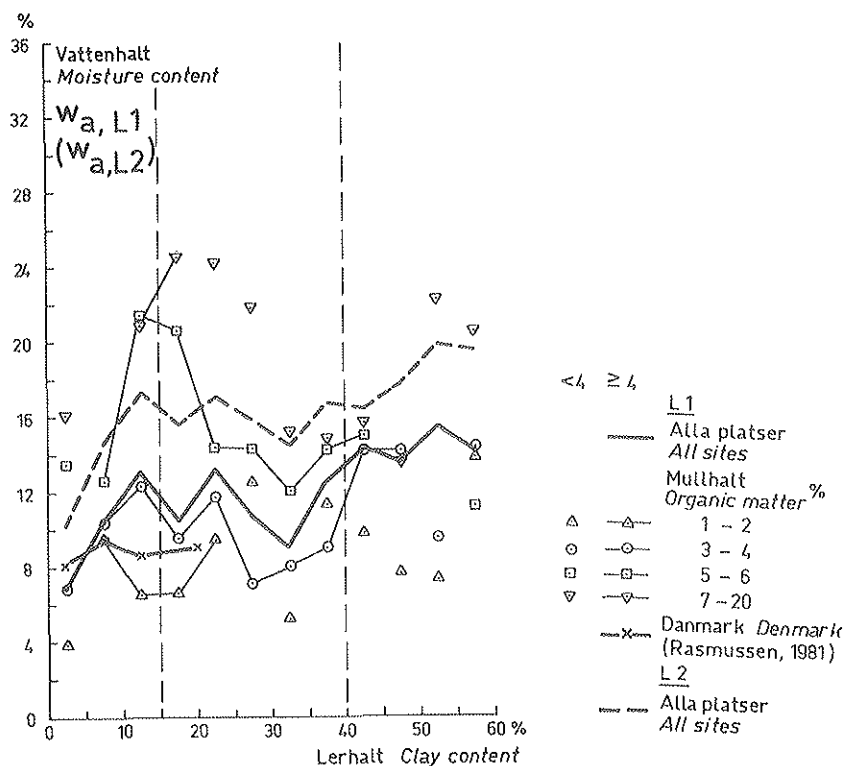
Innehållet av växttillgängligt vatten, w_u , kan framräknas för de fyra lagren för varje provplats. Med hjälp av medianvärden för varje lerhaltsklass visas $w_{u,L1}$, $w_{u,L2}$, $w_{u,L3}$ och $w_{u,LB}$ som funktioner av lerhalten i figur 31. En tydlig parallellitet



Figur 29. Provtagningsvattenhalten i viktprocent i lager 1, 2, 3 och bottenlagret och vid de vattenavförande trycken 1, 10 och 150 m vp som funktioner av lerhalten. Medianvärden (Kurvor från figurerna 20, 24, 25 & 28 är sammanförda.) - Moisture content in per cent by weight when sampling in sublayers 1, 2, 3 and the bottom layer and at the matric tensions 1, 10 and 150 m w c, as functions of the clay content. Median values. The curves from Figures 20, 24, 25 & 28 are combined here.)

föreligger mellan de kurvor som avser förhållandena i såbädden. Med undantag för lerhalter under 15 % avtar innehållet av växttillgängligt vatten med stigande lerhalt. Kurvan för bottenlagret avviker från de övriga genom att visa ett förhållandevis svagt beroende av lerhalten.

Vid bedömningen av föreliggande resultat har särskilt beaktats de funna w_u -värdenas storlek i förhållande till värdet 6 % växttillgängligt vatten, här betecknat $w_{u,+6}$, vilket verkar kunna uppfattas som ett slags gränsvärde för groningens fuktighetsförutsättningar. Om mängden växttillgängligt vatten i den del av såbädden där utsädet ligger, är över 6 % vid sådden, så tycks godtagbara betingelser råda för groning, liksom för tillväxt åtminstone fram till uppkomsten.

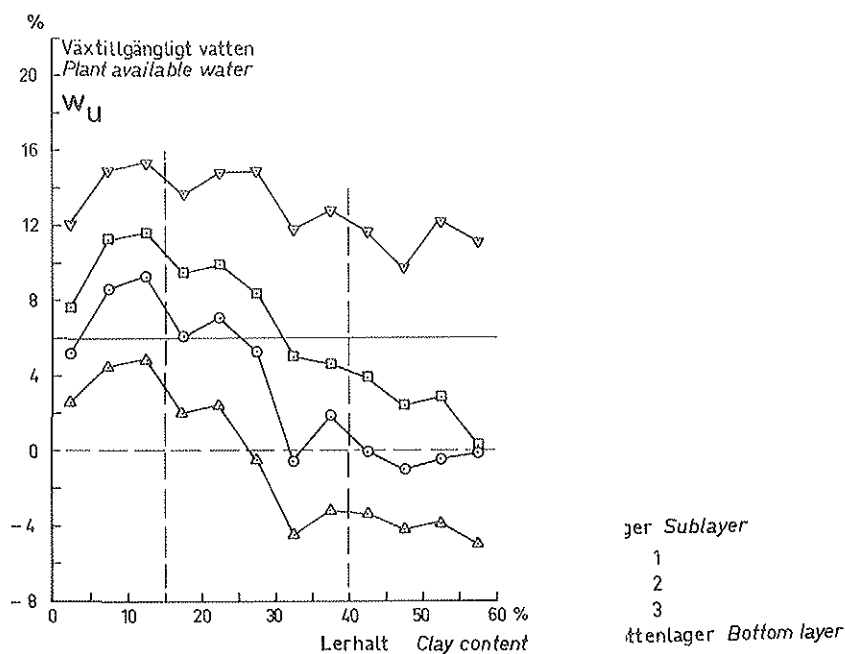


Figur 30. Vattenhalten vid provtagningen i viktprocent i lager 1, $w_{a,L1}$, som funktion av lerhalten för alla aktuella provplatser och mullhaltsklass 1-2, 3-4, 5-6 och 7-20 %. Medianvärden. Värderna från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) anges, medelvärden. Som jämförelse anges motsvarande värden för alla aktuella provplatser för lager 2, $w_{a,L2}$. - Moisture content in per cent by weight when sampling in sublayer 1, $w_{a,L1}$, as a function of the clay content for all sites studied and for the organic matter classes 1-2, 3-4, 5-6 and 7-20 %. Median values. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are given here, average values. Corresponding values for all sites studied for sublayer 2, $w_{a,L2}$, are given for comparison.

Den karaktär av gränsvärde som 6 % växttillgängligt vatten har, framkom vid de modellförsök rörande såbäddens funktion vilkas resultat publicerats av Håkansson & von Polgár (1976, 1983). Primärt befanns $w_{u,+6}$ gälla som gränsvärde för de fall då utsädet är placerat på den jämförelsevis fasta såbäddsbotten. Ligger utsädet i den något luckrare såbädden, så torde en något högre ingångshalt växttillgängligt vatten erfordras för att gröningsförusättningarna skall vara likvärda med dem som råder vid såbäddens botten när $w_u = 6 \%$.

I figur 31 befinner sig kurvan för lager 1 under linjen för 6 % växttillgängligt vatten ($z_{w,u,+6}$), d v s en ogynnsam situation råder. Samma sak gäller kurvorna för lager 2 och 3 vid lerhalter större än 25 respektive 30 %.

För varje lerhaltsintervall kan karakteristika för de aktuella variablernas fördelningar studeras i figur 59 i appendix. De där iakttagbara tydliga snedfördelningarna har en markfysikalisk bakgrund. Utöver den i figur 59 givna informationen ges i tabell 46 i appendix fördelningskarakteristika för de aktuella variablerna.

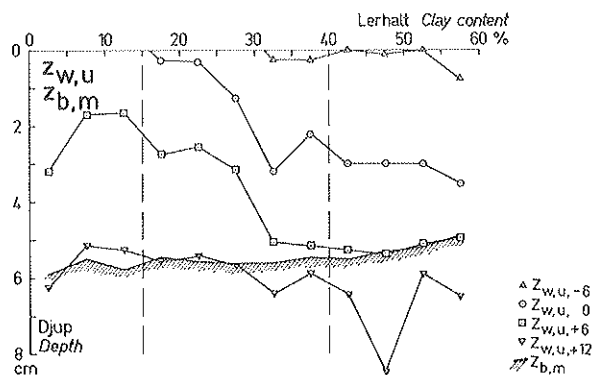


Figur 31. Innehållet av växttillgängligt vatten i viktprocent i lager 1, 2 och 3 samt bottenlagret, $w_{u,L1}$, $w_{u,L2}$, $w_{u,L3}$ respektive $w_{u,LB}$ som funktioner av lerhalten. Medianvärden. - Content of plant available water in per cent by weight in sub-layers 1, 2, 3 and bottom layer, $w_{u,L1}$, $w_{u,L2}$, $w_{u,L3}$ and $w_{u,LB}$ respectively, as functions of the clay content. Median values.

Hur mycket växttillgängligt vatten som vid olika lerhalter föreligger vid olika djup i såbädden visas i figur 32. Denna figur har kunnat ritas med stöd av hjälpdigram (ej redovisade här), ett för varje lerhaltsklass. I dessa diagram har innehållet av växttillgängligt vatten i de olika lagren införts. En kurva som anger innehållet av växttillgängligt vatten som funktion av djupet har också ritats in. Genom avläsning av värden från dessa kurvor har sambandskurvorna i figur 32 blivit möjliga att konstruera. Sistnämnda kurvor ges alla som funktioner av lerhalten. En av sambandslinjerna anger uppmätt djup, $z_{b,m}$, hos såbädden. De övriga är isolinjer, som anger djupet för w_u -värdena -6, ± 0 , +6 och +12 %. Motsvarande djuplägen betecknas $z_{w,u,-6}$, $z_{w,u,0}$, $z_{w,u,+6}$ respektive $z_{w,u,+12}$.

Med en viss förenkling skulle det kunna sägas att på jordar med lerhalt under 30 % finns det 0 % växttillgängligt vatten i ytan, 6 % på 3 cm:s djup och 12 % vid såbäddens botten. På jordar med över 30 % ler däremot är schematiskt sett halten växttillgängligt vatten genomgående 6 % lägre. På dessa jordar är det således -6 % växttillgängligt vatten i ytan, 0 % på 3 cm:s djup och 6 % vid botten.

Innehållet av växttillgängligt vatten i viktprocent i de olika lagren kan räknas om till mm. Uttryckt i mm visas i figur 33 såbäddens och bottenlagrets innehåll av växttillgängligt vatten som funktion av lerhalten. (Torrdensiteten i såbädden har satts till $1,0 \text{ kg/dm}^3$ och i lagret därunder till $1,3 \text{ kg/dm}^3$. Som djupvärden för såbädden har medianvärden för såbäddens djup för de olika lerhaltsintervallen, se figur 18, använts, medan djupet för lagret närmast under såbädden satts till 2 cm). Tydliga skillnader mellan dessa båda kurvors förlopp framträder.



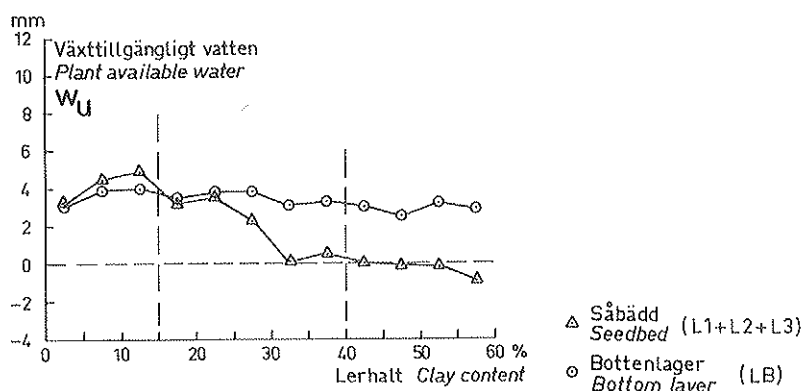
Figur 32. Djupet för innehållet av -6, 0, +6 och +12 viktprocent växttillgängligt vatten, $z_{w,u,-6}$, $z_{w,u,0}$, $z_{w,u,+6}$ respektive $z_{w,u,+12}$, liksom uppmätt djup hos såbädden, $z_{b,m}$, som funktion av lerhalten. Medianvärden. - The depth for the content of -6, 0, +6 and +12 per cent by weight of plant available water, $z_{w,u,-6}$, $z_{w,u,0}$, $z_{w,u,+6}$, and $z_{w,u,+12}$ respectively as a function of the clay content. Median values.

På jordar med lerhalt under 30 % är vattensituationen i såbädden ofta god. Medianvärdena visar 2-5 mm växttillgängligt vatten. På jordar med lerhalt över 30 % är förhållandena mindre gynnsamma. I de flesta lerhaltsklasserna har här minst hälften av såbäddarna 0 % eller mindre växttillgängligt vatten. Till skillnad mot situationen i själva såbädden är situationen i bottenlagret betydligt gynnsammare vid högre lerhalter med värden mellan 3 och 4 mm inom hela lerhaltsamplituden.

För att belysa de regionala skillnaderna i fråga om tillgången på växttillgängligt vatten jämförs i figur 34 områden och särpräglade jordar. Kurvorna för djupet för 6 % växttillgängligt vatten visas här som funktioner av lerhalten. Samma teknik har använts som vid konstruktionen av figur 32. De olika områdena och särpräglade jordarna är grupperade som i figur 27 (avsnitt 4.6.1.3). Således visas i delfigur a jordar från de sydsvenska områdena I och II samt sandrika särpräglade jordar från hela landet liksom jordar från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981). Det är en relativt torr situation som här avspeglas. I motsats till det föregående avspeglas en förhållandevis fuktig situation i delfigur d, där jordar från det nordliga området V, samt mjåla- och mullrika särpräglade jordar från hela landet visas. En mellansituation framträder i delfigur b, där område III i Västsverige och morika särpräglade jordar från hela landet visas, liksom i delfigur c där område IV i östra Mellansverige visas.

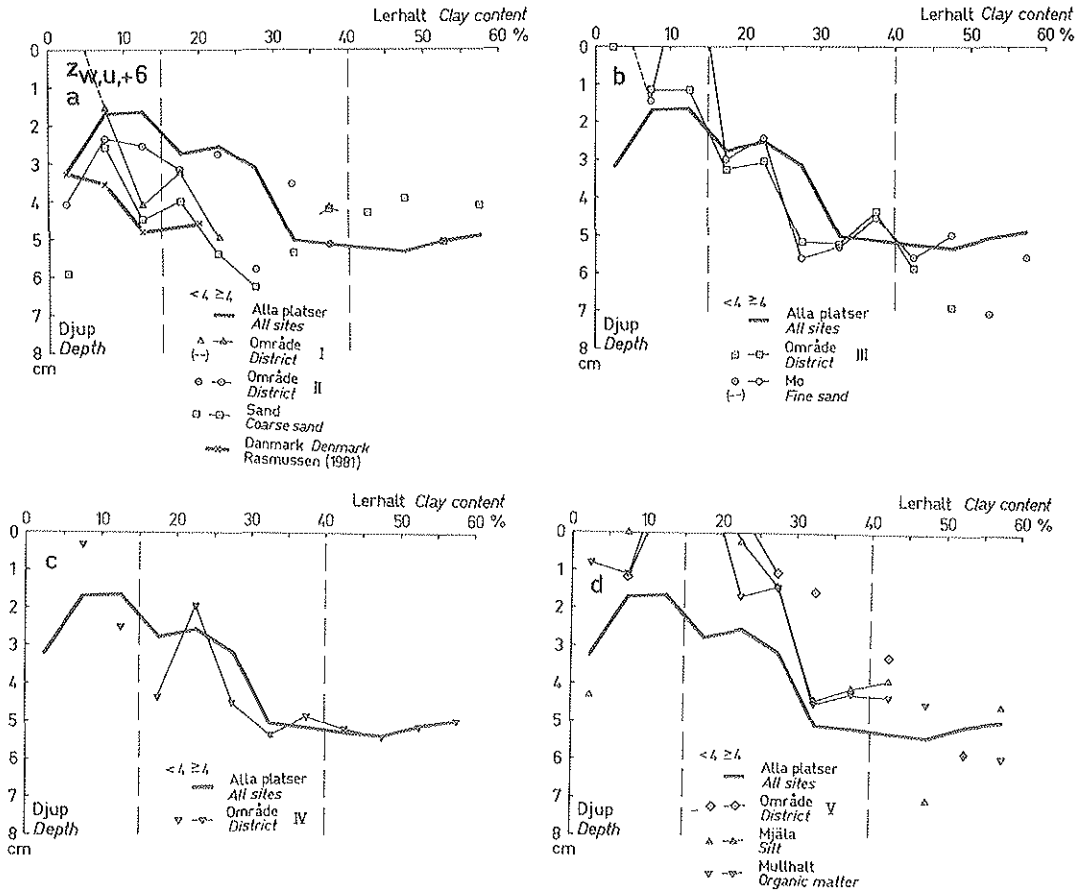
Det förda resonemanget kring de förhållanden som framgår av figur 34, bör kunna utgöra en användbar utgångspunkt vid fastställande av de såddjup som kan rekommenderas för olika jordtyper. Mera härom längre fram (avsnitt 5.3).

Som en schematisk sammanfattning av huvuddragen i framställningen i avsnitt 4.6.3 kan följande anföras: Den mängd växttillgängligt vatten som finns i såbädden vid tiden för sådd ökar,



Figur 33. Innehåll (uttryckt i mm) av växttillgängligt vatten w_u , i såbädden (L1 + L2 + L3) och i bottenlagret (LB). Medianvärden. - Content (in mm) of plant available water, w_u , in the seedbed (L1 + L2 + L3) and in the bottom layer (LB). Median values.

statistiskt sett, med lerhalten upp till ett maximivärde vid en lerhalt av cirka 10 %. Därefter minskar tillgången på växttillgängligt vatten med ökande lerhalt. Vid en lerhalt av ungefär 30 % inträder en torr situation i såbädden. Det sistnämnda sammanhänger med att ytlagret på styva jordar måste torka upp ganska kraftigt innan en bearbetning till erforderligt djup blir möjlig, eftersom det på dessa jordar vanligen utbildas en stark vattenhaltsgradient i ytlagren.



Figur 34. Djupet för innehållet av 6 viktprocent växttillgängligt vatten, $z_{w,u+6}$, som funktion av lerhalten för (a) alla aktuella provplatser, område I och II samt sandrika särpräglade jordar; (b) alla aktuella provplatser, område III och morika särpräglade jordar; (c) alla aktuella provplatser och område IV; (d) alla aktuella provplatser område V samt mjåla- och mullrika särpräglade jordar. Medianvärden. Värden från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) är givna i (a), medelvärden. - The depth for the content of 6 per cent by weight of plant available water, $z_{w,u+6}$, as a function of the clay content for (a) all sites studied, districts I and II as well as soils rich in coarse sand; (b) all sites studied, district III and soils rich in fine sand; (c) all sites studied and district IV; (d) all sites studied, district V as well as soils rich in silt and organic matter. Median values. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are given in (a); average values.

4.7 MARKTEMPERATUR

Mätning av marktemperaturen utfördes på 20 cm:s djup med två kvicksilvertermometrar. Djupet 20 cm motiveras av att temperaturens dygnsvariation här är förhållandevis liten, vilket var av viss betydelse eftersom mätningar på de olika provplatserna gjordes på olika tider mellan kl 9 och 21. Vid den förra tidpunkten kan temperaturen vid det angivna djupet antas ligga nära sitt dygnsminimum. Vid den senare tidpunkten kan temperaturen antas ligga nära sitt dygnsmaximum.

Mätresultat föreligger endast från 136 platser, varav 10 med organogena jordar.

Medianvärdet av temperaturen på 126 mineraljordar är 8,9°C och återfinns i tabell 26, där övriga fördelningskaraktistika också är redovisade.

Temperaturen, uttryckt med hjälp av medianvärden som funktion av lerhalten, har undersökts, liksom lerklassvis öven fördelningskaraktistika för temperaturen (figur 60 i appendix). Här har emellertid inga klara trender kunnat iakttas, vilket knappast heller kunde förväntas.

4.8 AGGREGATSTORLEKSFÖRDELNING

Vid undersökningen på provplatserna delades såbädden in i tre lager. Jordmaterial från dessa lager separerades genom sällning i följande fraktionsstorlekar: mindre än 2 mm, 2-5 mm och större än 5 mm, $x_{<2, L1-L3}$, $x_{2-5, L1-L3}$ och $x_{>5, L1-L3}$. Detta gjordes vanligen med tre upprepningar.

På jordar med lerhalter under 15 % uppträder knappast aggregat i egentlig mening, utan jordarna har i stort sett enkelkornstruktur. Är lerhalten över 40 % blir frostens verkningar av betydelse och andelen stora aggregat avtar. Därför är i första hand lerhaltsintervallet 15-40 % av intresse i detta sammanhang.

Streckmarkeringar i figurerna har gjorts vid 15 respektive 40 % ler. (Observera att moränjordarnas innehåll av grus och sten något påverkat värdena, eftersom värdet för andelen grova aggregat där kommit att innefatta en del stora primärpartiklar.)

Andelen aggregat av de tre fraktionerna för vart och ett av de tre lagren anges i figur 35 som funktioner av lerhalten. Den intressantaste delfiguren här torde vara c. I den kan andelen aggregat över 5 mm i de tre lagren studeras. För lager 1 kan ett maximum iakttas vid omkring 40 % ler. Vidare kan noteras att vid lerhalter över 15 % är aggregatandelarna i lager 2 och 3 tämligen oberoende av lerhalten. I delfigur a återfinns en minimivärde för andelen aggregat mindre än 2 mm i lager 1. Värdet är 20 % och ligger strax över lerhalten 40 %. Noteras bör också de låga värdena för de danska jordarna (Rasmussen, 1981). Dessa värden gäller emellertid jordar med låg lerhalt, där värdena är starkt beroende av den som genomför bestämningen.

Tabell 26. Fördelningskaraktistika för temperaturen i °C på 20 cm:s djup, t, för mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for the temperature in °C at the depth of 20 cm, t, for mineral and organic soils. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar (126) Mineral soils	Organogena jordar (10) Organic soils
Maximum Maximum	14,1	10,6
3:e kvartil 3rd quartile	10,6	9,1
Median Median	8,9	7,5
1:a kvartil 1st quartile	6,5	6,4
Minimum Minimum	2,9	6,3

Fördelningskaraktistika för de nio här aktuella variablerna ges i tabell 27. Medianvärdena för aggregat större än 5 mm är av särskilt intresse (se figur 35 c). Detta trots att en av variablerna, nämligen $x_{>5,L1}$, är beroende av lerhalten. Medianvärdena för $x_{>5,L1}$, $x_{>5,L2}$ och $x_{>5,L3}$ är 44, 27 respektive 18 %. Dessa värden ger en uppfattning om andelen grovt material i de olika lagren. Relationen mellan värdena är 5:3:2. Ett annat medianvärde av intresse är det som gäller $x_{<2,L3}$. Detta värde, som är 60 %, ger en viss uppfattning om andelen små aggregat längst ner i såbädden.

I figurerna 61, 62 och 63 i appendix visas för såbäddens tre lager fördelningskaraktistika avseende de tre aggregatstorleksvariablerna och vart och ett av lerhaltsintervallen. Fördelningarna gäller alla aktuella provplatser.

För att åskådliggöra aggregatstorleksfördelningen på olika djup i såbädden studerades undersökningsresultaten beträffande aggregat större än 5 mm på följande sätt: På ett diagram för varje lerhaltsklass infördes värden för aggregat större än 5 mm för de olika lagren. En kurva som visar andelen aggregat större än 5 mm som funktion av djupet lades sedan in. Genom avläsning av värdena på dessa kurvor har sambandskurvorna i figur 36 kunnat ritas. (Tillvägagångssättet är analogt med det som använts vid konstruktionen av figur 32 i avsnitt 4.6.3.)

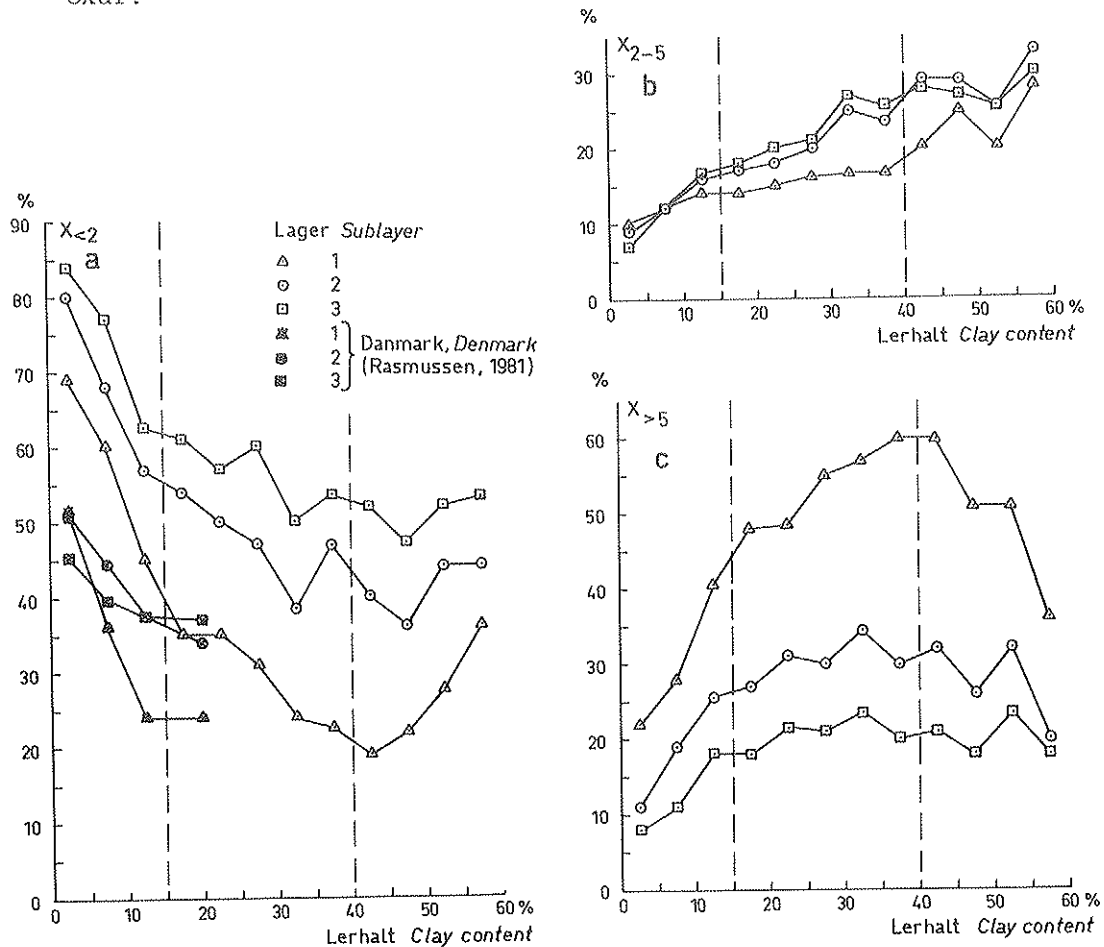
Av figur 36 framgår det hur andelen stora aggregat varierar med djupet och lerhalten. Högsta värdet, över 80 %, ligger vid en lerhalt på omkring 40 %. Det är lokaliserat till markytans närhet.

Andelen aggregat större än 5 mm i lager 1 ($x_{>5,L1}$) som funktion av substanshalterna (ler, mjåla etc.) i hela såbädden beräknades för lerhaltsintervallet 15-40 % med den linjära regressionsmodellen utan intercept, vilken behandlats i avsnitt 4.4.2. Därvid erhöles följande ekvation:

$$x_{>5,L1} = 1,30L + 0,09Mj + 0,65Mo + 0,49S - 2,16H,$$

där L, Mj, Mo, S och H har samma betydelse som i avsnitt 4.6.

Tabell 28 ger för lerhaltsintervallet 15-40 % en uppfattning om de olika substansfraktionernas inverkan på andelen aggregat större än 5 mm i lager 1. (Se till exempel beskrivningen av den analoga tabellen 15). Om man således utgår från ler i rad 1 och tänker sig att en höjning av lerhalten med 1 procentenhet i tur och ordning blir kompenserad av de övriga fraktionerna i kolumnerna B-E, så finner man att andelen stora aggregat i samtliga fall ökar.



Figur 35. Andelarna aggregat mindre än 2 mm (a), 2-5 mm (b) och större än 5 mm (c) i lager 1, 2 och 3, $x_{<2,L1} \dots x_{>5,L3}$, som funktion av lerhalten. Medianvärden. Värderna från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) är givna i (a); medelvärden. - Percentages of aggregates < 2 mm (a); 2-5 mm (b) and > 5 mm (c) in sublayers 1, 2 and 3, $x_{<2,L1} \dots x_{>5,L3}$, as a function of the clay content. Median values. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are given in (a); average values.

Tabell 27. Fördelningskaraktistika för andelarna aggregat mindre än 2, 2-5 och större än 5 mm i lager 1, 2 och 3, $x_{<2,L1} \dots x_{>5,L3}$ på mineraljordar. 283 provplatser. - Distribution statistics for the percentage of aggregates <2, 2-5 and >5 mm in sublayers 1, 2 and 3, $x_{<2,L1} \dots x_{>5,L3}$ in mineral soils, 283 sites.

Karakteristika Statistics	<2 mm			2-5 mm			>5 mm		
	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Maximum Maximum	90	88	89	42	42	62	97	74	53
3:e kvartil 3rd quartile	52	65	72	18	24	26	60	34	26
Median Median	38	53	60	15	18	20	44	27	18
1:a kvartil 1st quartile	23	41	49	11	14	14	33	19	13
Minimum Minimum	0	13	23	2	6	5	4	6	5

Samma resonemang genomförs för mjåla i rad 2. Vid en ökning av mjålahalten med 1 procentenhet minskar andelen stora aggregat, utom i det fall när minskningen går ut över mullsubstansen.

För mullsubstansen (rad 5) gäller, att om den ökar så minskar andelen stora aggregat oavsett vilken kornstorleksfraktion som man tänker sig kompenseras mullhaltsökningen. Vill man få en uppfattning om hur starkt de olika fraktionerna påverkar andelen stora aggregat kan man t ex studera mo i rad 3 i tabell 28. Om ökningen av mohalten med 1 procentenhet går ut över leret minskar andelen stora aggregat med 0,65 procentenheter. Går ökningen ut över sanden så ökar istället aggregatandelen med 0,16 procentenheter. Kompenseras mohaltens ökning av en minskning av mjåla- eller mullhalten, så ökar andelen stora aggregat med 0,56 respektive 2,81 procentenheter.

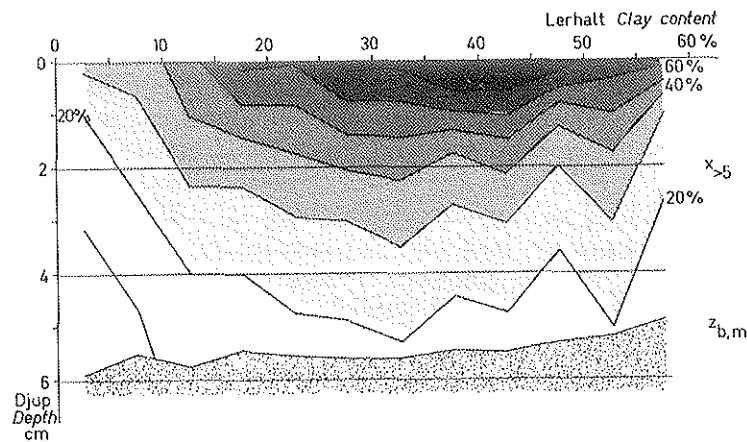
I figurerna 35c och 36 kan man iaktta att andelen stora aggregat i lager 1, dvs i såbäddens två översta centimetrar, varierar med lerhalten. Det skulle kunna vara av intresse att undersöka huruvida regionala skillnader föreligger i detta avseende. En sådan undersökning har utförts, och resultaten från denna redovisas dels i figur 37, där de olika variablerna tecknats som funktioner av lerhalten, dels i tabell 47 i appendix, där de aktuella variablernas fördelningskaraktistika finns återgivna för de fem områdena.

Vid en närmare undersökning av de olika kurvorna i figur 37 är det lämpligt att begränsa sig till intervallet 15-(40) % ler (se ovan).

Förloppet inom detta intervall av kurvan för alla aktuella provplatser visar ett stigande med ökad lerhalt. Detta förhållande bekräftas också av uppgifter i tabell 28.

Av figur 37 kan man bl a utläsa att andelen stora aggregat är större i delfigurerna b och c än i de övriga. Delfigurerna b och c motsvarar områdena III i väster och IV i öster liksom de morika särpräglade jordarna i hela landet. Som en kontrast till detta framstår delfigur d, som visar en mindre andel stora aggregat, och motsvaras av område V i norr och de mjäla- och mullrika särpräglade jordarna från hela landet. Detta förhållande bekräftas också i den tidigare behandlade tabell 28. Resultaten från de multipla regressionsberäkningarna visar här att ökning av mjäla- och mullhalterna medför en minskad andel av stora aggregat.

Delfigur a, slutligen ger en mer oklar bild, bl a troligen beroende på att endast ett fåtal provplatser representerar det studerade intervallet. Delfiguren visar jordar från områdena I och II i söder, från Danmark liksom från de sandrika särpräglade jordarna i hela Sverige. (Märk den stora andelen grova aggregat i Danmark, trots att gränsen i den danska undersökningen är satt till 6 mm. Möjligen kan den stora andelen grova aggregat ha att göra med en viss moränkaraktär hos dessa jordar.)



Figur 36. Andelen aggregat större än 5 mm $x_{>5}$, som funktion av djup och lerhalt. Kurvorna i diagrammet sammanbinder punkter med samma värde för aggregat större än 5 mm (medianvärden). Uppmätt djup hos såbädden, $z_{b,m}$, som funktion av lerhalten anges också (medianvärden). - Percentage of aggregates >5 mm, $x_{>5}$ as a function of the clay content (median values). Measured seedbed depth, $z_{b,m}$, as a function of the clay content is also given (median values).

Tabell 28. Skattningar av δ -värden för $x > 5, L_1$ s beroende av halterna ler, mjåla, mo, sand och mullsubstans. - Estimations of δ -values as regards $x > 5, L_1$ for the contents of clay, silt, fine sand, coarse sand and organic matter.

	A	B	C	D	E
	ler	mjåla	mo	sand	mull-
	clay	silt	fine	coarse	substans
			sand	sand	organic
					matter
1 ler clay	-	1,22***	0,65***	0,81***	3,46***
2 mjåla silt	-1,22***	-	-0,56***	-0,41*	2,25***
3 mo fine sand	-0,65**	0,56***	-	0,16	2,81***
4 sand coarse sand	-0,81***	0,41*	-0,16	-	2,65***
5 mullsubstans organic matter	-3,46***	-2,25**	-2,81***	-2,65***	-

Slutligen kan det också framhållas att avdunstningsskydd är särskilt aktuellt och ofta kritiskt vid lerhalter över 30 % (se figurerna 32 och 33).

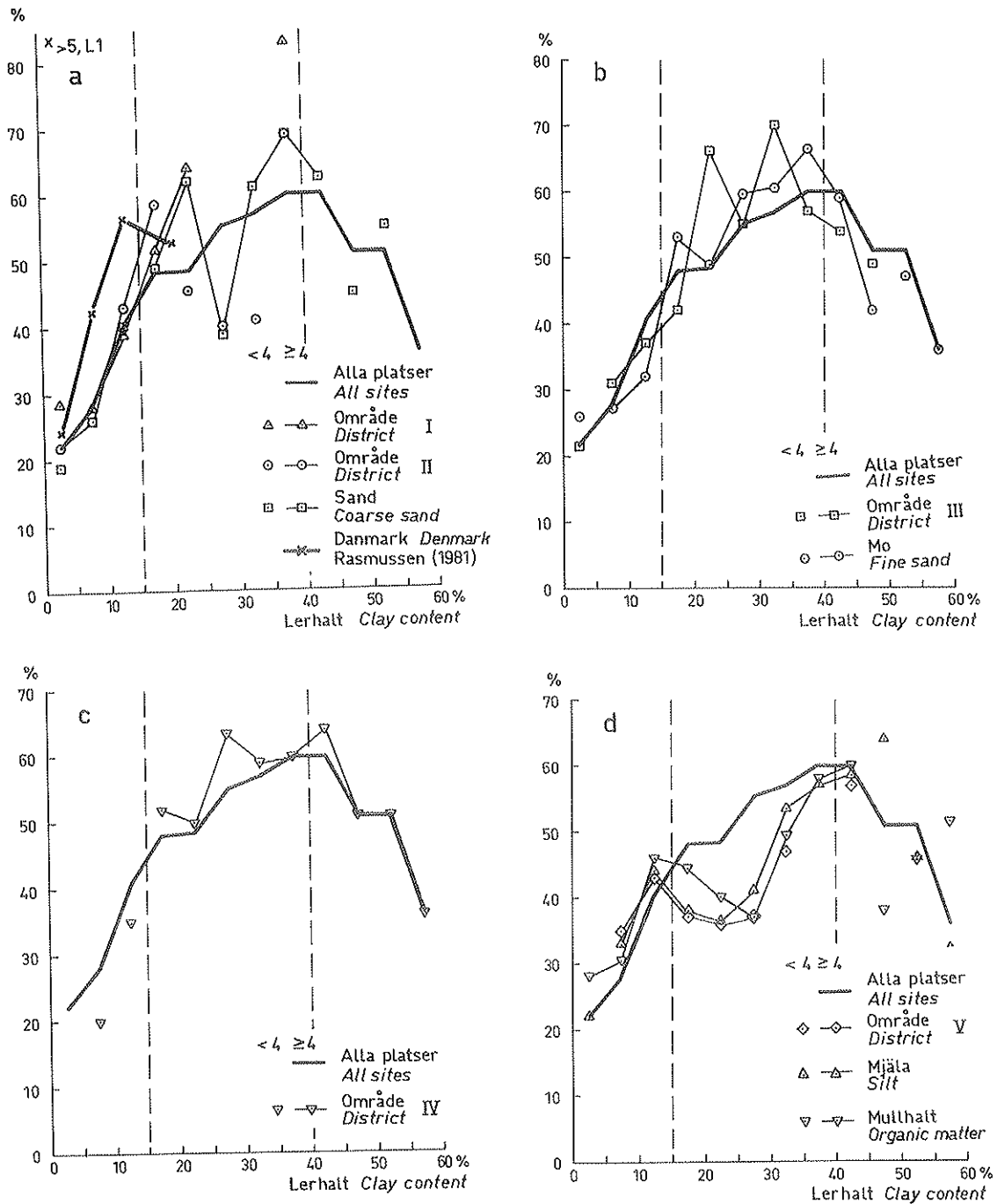
4.9 UTSÅDETS DJUPPLACERING

Räkning av antalet utsädeskärnor har utförts i de tre lager som såbådden indelats i. Resultaten presenteras här i tre avsnitt, nämligen: utsädesfördelning (4.9.1), mediansådjup (4.9.2) och sådjupsindex (4.9.3).

4.9.1 UTSÅDESFÖRDELNING I DJUPLAD

Den enklaste formen för redovisning av kärnräkningarna är att ange andelen kärnor i de olika lagren. De tre lagrens kärnandelar som funktioner av lerhalten kan studeras med hjälp av medianvärden (figur 38).

Det bör framhållas att beskrivningen av utsådet djuplokalisering är något för grov eftersom såbådden uppdelats i alltför få lager och den provtagna ytan är liten. Framför allt visar sig detta när man önskar klarlägga hur stor andel av utsådet som hamnat på såbåddens botten. Med den använda metoden går det nämligen inte att få fram detta med någon större pregnans. Anteckningar finns emellertid om hur många kärnor som återfunnits i lagret under såbåddens botten i samband med att jordprov för vattenhaltsbestämning tagits där. En möjlighet till förbättring skulle ha varit att ta ut ett större antal dellager och i dem räkna antalet kärnor.



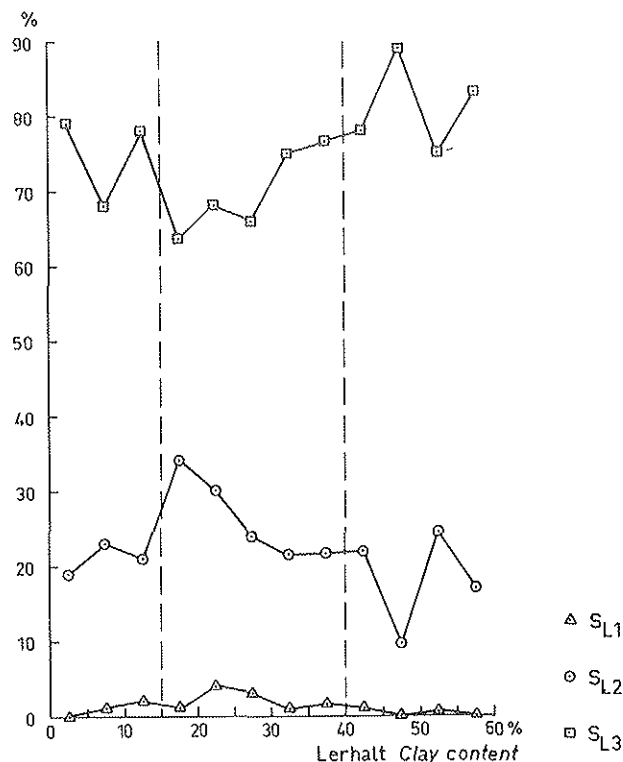
Figur 37. Andelen aggregat större än 5 mm i lager 1, $x_{>5, L1}$, som funktion av lerhalten för (a) alla aktuella provplatser, område I och II samt de sandrika särpräglade jordarna; (b) alla aktuella provplatser, område III och de morika särpräglade jordarna; (c) alla aktuella provplatser och område IV; (d) alla aktuella provplatser, område V samt de mjåla- och mullrika särpräglade jordarna. Medianvärden. Värden från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) i (a); medelvärden. - Percentage of aggregates >5 mm in sublayer 1, $x_{>5, L1}$, as a function of the clay content for (a) all sites studied, districts I and II as well as soils rich in coarse sand; (b) all sites studied, district III and soils rich in fine sand; (c) all sites studied and district IV; (d) all sites studied, district V as well as soils rich in silt and organic matter. Median values. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are given in (a); average values.

Lager 3 har en mycket stor andel kärnor, vilket innebär en hög koncentration av kärnor på eller nära såbäddens botten. I lerhaltsintervallet mellan 15 och 30 % kan man emellertid i lager 3 urskilja en något mindre andel kärnor än vid lerhalter utanför detta intervall. Som följd av detta uppträder en något större andel kärnor i lager 1 och 2 i intervallet 15-30 % ler. Detta kan tolkas som uttryck för en strävan att placera utsädet närmare ytan i de fall risk för skorpbildning förelegat eller som uttryck för att man inte haft behov av att lägga utsädet djupare. En bidragande orsak kan givetvis också vara att man inte alltid lyckats få ner utsädet till avsett djup.

Eftersom det inte framträder några klara tendenser till lerhaltsberoende, bör statistiska fördelningskaraktistika avseende alla aktuella provplatser vara av intresse. Sådana karakteristika redovisas för andelen kärnor i lager 1 (s_{L1}), lager 2 (s_{L2}) och lager 3 (s_{L3}) i tabell 29, där medianvärdena anges till 2, 23 respektive 74 %. I figur 64 i appendix kan dessutom fördelningskaraktistika studeras lerhaltsklass för lerhaltsklass. Tydliga snedfördelningar kan noteras.

Det har undersökts om det eventuellt föreligger regionala skillnader i fråga om andelen kärnor i lager 3. Resultaten av den undersökningen redovisas i figur 65 i appendix, där de olika variablerna framställts som funktioner av lerhalten. Här kan iaktas att skillnaderna i stort uppvisar samma mönster som kurvorna för sådjupsindex i figur 41 i avsnitt 4.9.3.

(Som illustration av sådjupsolikheter har av utrymmesskäl endast figur 41 tagits med i anslutning till texten, eftersom just den figuren får anses vara den mest centrala i sammanhanget.)



Figur 38. Andelen kärnor i lager 1, 2 och 3, s_{L1} , s_{L2} respektive s_{L3} , som funktioner av lerhalten. Medianvärden. - Percentage of seeds in sublayers 1, 2 and 3, s_{L1} , s_{L2} and s_{L3} respectively, in mineral soils as functions of the clay content. Median values.

Tabell 29. Fördelningskaraktistika för andelen kärnor i lager 1, 2 och 3, s_{L1} , s_{L2} respektive s_{L3} , på mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for the percentage of seeds in sublayers 1, 2 and 3, s_{L1} , s_{L2} , and s_{L3} respectively in mineral soils and organic soils. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar (272) Mineral soils			Organogena jordar (15) Organic soils		
	s_{L1}	s_{L2}	s_{L3}	s_{L1}	s_{L2}	s_{L3}
Maximum Maximum	70	76	100	21	59	99
3:e kvartil 3rd quartile	9	38	88	12	31	95
Median Median	2	23	74	1	24	74
1:a kvartil 1st quartile	0	11	52	0	4	57
Minimum Minimum	0	0	1	0	1	19

Område V och de mjälarika särpräglade jordarna (delfigur d i figur 65) uppvisar en grundare sådd. I tabell 48 i appendix visas statistiska karakteristika för sådjupet inom de fem områdena.

Föreliggande resultat hänför sig till såddens utförande åren 1969 till 1972. Till följd av den bättre billutrustningen hos nyare såmaskiner samt bättre kunskaper, utförs troligen sådden nu på 1980-talet med i genomsnitt något större precision.

4.9.2 MEDIANSÅDJUP OCH BEDÖMT SÅDJUP

För att erhålla ett enkelt kvantitativt uttryck för kärnornas djupplacering räknades mediansådjupet fram för varje provplats på grundval av andelen kärnor i de tre lagren (se avsnitt 3.2.2).

Mediansådjupets, $z_{s,50}$, eventuella beroende av jordens lerhalt har undersökts. Sak samma gäller det av de intervjuade personerna bestämda sådjupet, $z_{s,50}$. Resultaten finns återgivna i figur 39, där variablerna anges som funktioner av lerhalten. Lägga här märke till de förhållandevis låga värdena för $z_{s,50}$, vilka kännetecknar intervallet 15-30 % ler. Observera också det avgjort större djupet för $z_{s,50}$ vid mer än 40 % ler. Av egentligt intresse blir $z_{s,50}$ och $z_{s,e}$ först vid jämförelse med det uppmätta djupet hos såbädden, $z_{p,m}$.

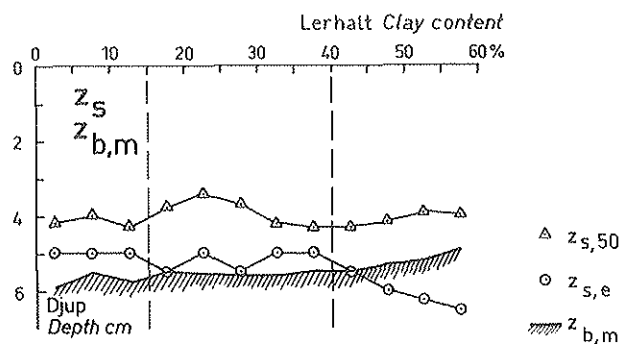
Fördelningskaraktistika för $z_{s,50}$ och $z_{s,e}$ ges i tabell 30. För mineraljordar är medianvärdena 4,1 cm för mätt och 5,0 cm för bedömt sådjup. De värden för bedömt sådjup vilka är större än tredje kvartilen, ligger mellan 6,5 och 15 cm. Detta innebär att 25 % av de intervjuade har gjort en kraftig överskattning vid sin bedömning. (Jämför dessa värden med mediansådjupets maximivärde, som ligger på 6,9 cm.) Fördelningskaraktistika för de två variablerna visas i figur 66 i appendix för varje lerhaltssklass. Märk här snedfördelningarna för $z_{s,e}$.

Det föreligger få regionala skillnader för dessa variabler (figur 67 i appendix). Noteras bör dock den extra tendens till att bedöma sådjupet för stort som visas av brukarna i område IV i östra Mellansverige (delfigur c). I tabellerna 49 och 50 i appendix återfinns variablernas fördelningskaraktistika för de olika områdena.

Till sist kan det framhållas att mediandjupen ger en viss uppfattning om sådjupet. Tyvärr är dessa numeriska värden alltför oprecisa p g a att de grundar sig på en alltför grov lagerindelning och p g a att provtagningsytan är alltför liten. På lerjordarna är mediansådjupet meningsfullt först i relation till uppmätt djup hos såbädden, $z_{b,m}$ (se följande avsnitt).

4.9.3 SÅDJUPSINDEX

För att få ett klarare begrepp om mediansådjupet, $z_{s,50}$, i relation till såbäddens djup, $z_{b,m}$, befanns det vara lämpligt att bilda ett sådjupsindex, $s_i = 100 z_{s,50}/z_{b,m}$, som således är



Figur 39. Mediansådjup och bedömt sådjup, $z_{s,50}$ och $z_{s,e}$, liksom uppmätt djup hos såbädden, $z_{b,m}$, som funktioner av lerhalten. Medianvärden. - Median sowing depth and sowing depth estimated by the farmer, $z_{s,50}$ and $z_{s,e}$, respectively as well as measured seedbed depth, $z_{b,m}$, as functions of the clay content. Median values.

Tabell 30. Fördelningskaraktistika för mediansådjup och bedömt sådjup, $z_{s,50}$ respektive $z_{s,e}$, på mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for the median sowing depth and sowing depth estimated by the farmer, $z_{s,50}$ and $z_{s,e}$ respectively, in mineral and organic soils. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar Mineral soils		Organogena jordar Organic soils	
	$z_{s,50}$ (272)	$z_{s,e}$ (251)	$z_{s,50}$ (15)	$z_{s,e}$ (13)
Maximum Maximum	6,9	15	8,1	8
3:e kvartil 3rd quartile	4,7	6,5	6,5	7,5
Median Median	4,1	5,0	4,9	6,0
1:a kvartil 1st quartile	3,3	4,5	3,6	5,0
Minimum Minimum	1,7	2	2,5	4

en dimensionslös kvot mellan dessa båda djup, multiplicerad med 100 (Kritz & Håkansson, 1971).

Medianvärden av sådjupsindex som funktion av lerhalten visas i figur 40. Vid anpassningen av en rät linje till s_j -värden från alla aktuella provplatser, visar sig riktningskoefficienten ej vara signifikant skild från noll. Således föreligger inget signifikant lerhaltsberoende.

Fördelningskaraktistika avseende hela materialet ges i tabell 51 i appendix, och samma slag av karaktistika för varje lerhaltsklass illustreras i figur 68 i appendix. Här iakttas tydliga snedfördelningar.

Det har också undersökts huruvida det föreligger regionala skillnader i fråga om sådjupsindex. Resultat från den undersökningen redovisas i figur 41, där sådjupsindex avseende olika områden och de särpräglade jordarna från hela landet ges som funktioner av lerhalten. Dessa resultat uppvisar i stort samma tendens som framkom för motsvarande analys av andelen kärnor i lager 3 (se figur 65 i appendix). Område I och Danmark i delfigur a, liksom område V och de mjälarika särpräglade jordarna i (d) uppvisar en grundare sådd i förhållande till såbäddens djup, medan område IV i (c) kännetecknas av djupare sådd (märk att ett visst lerhaltsberoende föreligger).

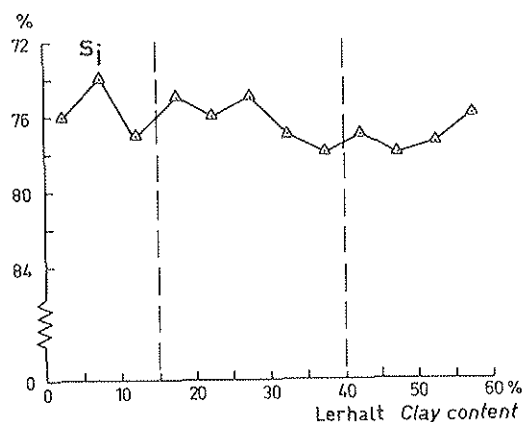
Dessa tendenser bekräftas av vissa beräkningar gjorda i samband med den variansanalys som genomförts för att undersöka om de olika områdenas indextal för sådjup var signifikant skilda från varandra. Beräkningarna visade att medeltalen för sådjupsindexen för de olika områdena var:

Område	I	$68,18 + 0,11 = 68,29$
	II	$68,18 + 5,83 = 74,01$
	III	$68,18 + 5,38 = 73,56$
	IV	$68,18 + 5,64 = 73,82$
	V	$68,18 + 0 = 68,18$

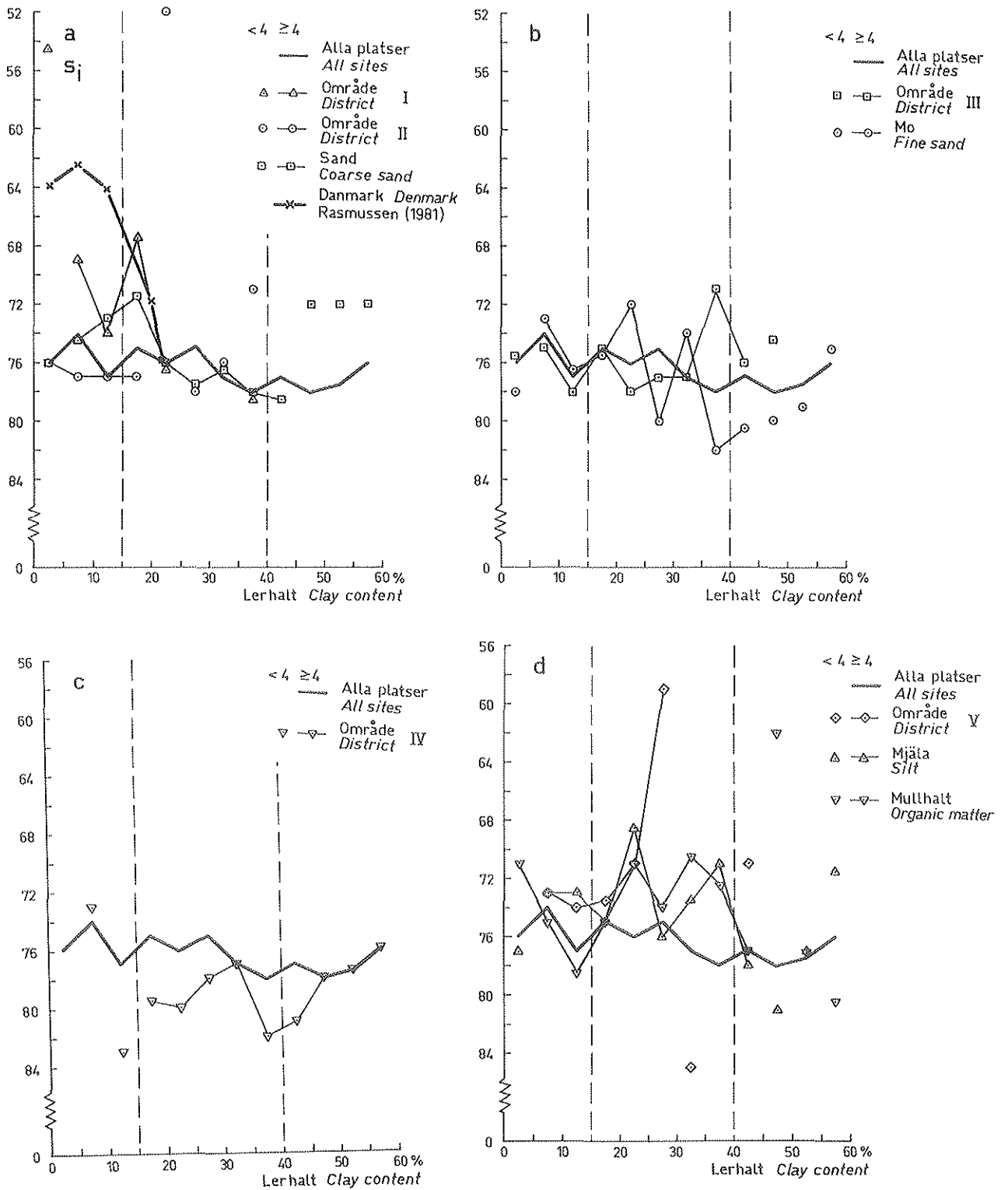
Således visar områdena I och V relativt låga indexvärden, som innebär att utsädet placerats förhållandevis långt från botten, medan områdena II, III och IV har högre indexvärden, som betyder att utsädet lagts jämförelsevis nära botten. Själva variansanalysen visade att en skillnad mellan områdena ifråga om sådjupsindex föreligger på signifikansnivån 99 % (**).

I tabell 52 i appendix visas fördelningskaraktistika för sådjupsindex inom de fem områdena.

Som mått på utsädets placering torde sådjupsindex kunna betraktas som den kanske mest praktiska representation som står att finna i sammanhanget. Sådjupsindex skulle emellertid kunna bli ett ännu bättre karaktistikum om räkning av kärnor kunde ske i flera dellager. De få lager som här använts medför att sådjupsindex förlorar i precision.



Figur 40. Sådjupsindex, s_i , som funktion av lerhalten. Medianvärden. - Sowing depth index, s_i , as a function of the clay content. Median values.



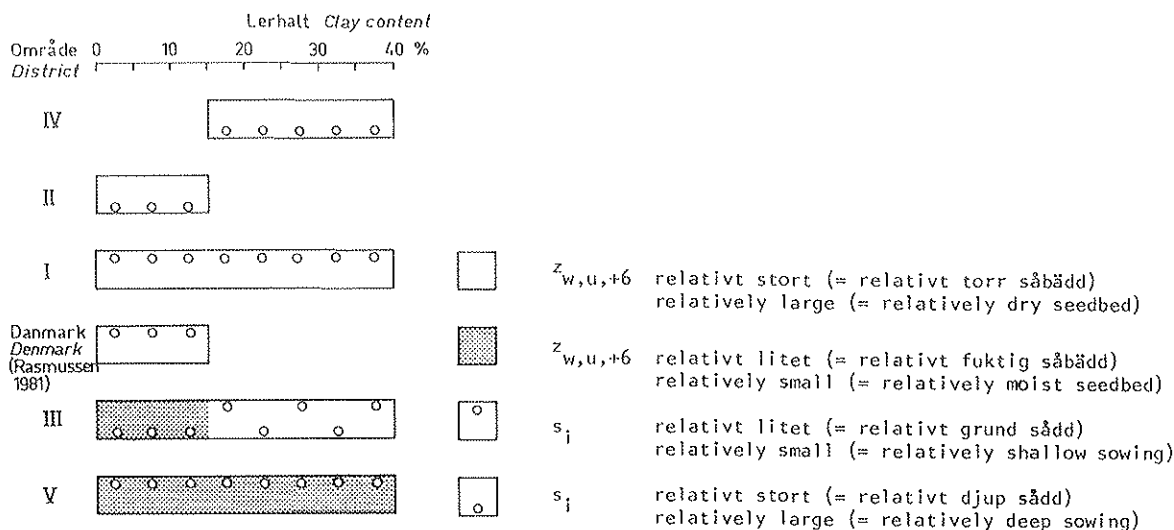
Figur 41. Sådjupsindex, $z_{S,i}$, som funktion av lerhalten för (a) alla aktuella provplatser, område I och II samt sandrika särpräglade jordar, (b) alla aktuella provplatser, område III och de morika särpräglade jordarna; (c) alla aktuella provplatser och område IV; (d) alla aktuella provplatser, område V samt de mjäla- och mullrika särpräglade jordarna. Medianvärden. Värden från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) ges i (a); medelvärden. - Sowing depth index, $z_{S,i}$, as a function of the clay content for (a) all sites studied, districts I and II as well as soils rich in coarse sand; (b) all sites studied, district III and soils rich in fine sand; (c) all sites studied and district IV; (d) all sites studied, district V as well as soils rich in silt and in organic matter. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are given in (a); average values.

En schematisk sammanfattning av sambanden mellan fuktighetsförhållanden och den relativa utsädesplaceringen ges i figur 42, vilken bygger på figurerna 34 och 41.

Hur fuktighetsförhållandena ($z_{w,u,+6}$) och utsädesplaceringen (s_i) normalt ter sig för de olika områdena, samt vilka lerhaltsintervall som är karakteristiska för dessa (allt relaterat till genomsnittsförhållandena i hela landet), visas i figuren, där områdena grupperats från den fuktigaste till den torraste situationen. Endast lerhaltsintervallet upp till 40 % är medtaget. Ytterligheterna utgörs här av områdena IV och V. Inom område IV har utsädet placerats djupt p g a den torra situationen, medan utsädet inom område V placerats grunt p g a fuktiga förhållanden och strävan efter att minska risken för skorpbildning.

För område IV gäller att situationen är torrare än genomsnittet. Här läggs utsädet nära botten (15-39 % ler). Detsamma gäller för område II (0-14 % ler). För område I (0-39 % ler) råder en torr situation, men trots detta läggs utsädet grunt. Normalt klaras situationen av efterföljande regn. De danska jordarna (0-14 % ler) överensstämmer med område I i Sverige.

För område III föreligger en fuktig situation vid lerhalter under 15 %. Här placeras utsädet djupt. Vid högre lerhalt (15-39 % ler) föreligger en torrare situation. Här förekommer såväl grund som djup utsädesplacering. Inom område V råder fuktiga förhållanden och en grund utsädesplacering har blivit följden, delvis p g a skorpbildningsrisken (0-39 % ler).



Figur 42. Fuktighetsförhållanden i såbädden, här representerade av $z_{w,u,+6}$, och den relativa utsädesplaceringen, här representerad av s_i , för områdena I-V och Danmark i jämförelse med hela Sverige. - Moisture conditions in the seedbed, here represented by $z_{w,u,+6}$, and the relative seed placement, here represented by s_i , for districts I-V and Denmark in comparison with the whole of Sweden.

Tabell 31. Antalet från brukarna insända svar och antalet därav (och den procentuella andelen) med god och jämn uppkomst eller med mindre god eller dålig uppkomst uppdelade efter orsaken. - Number of answers from the farmers and number of them (and the percentage) with good emergence, or with less good or poor emergence.

Jordar Soils	Totalt antal svar Total number of answers	God och jämn uppkomst Good emergence	Mindre god eller dålig uppkomst p g a Less good or poor emergence because of			
			Torka Drought	Skorp- bildning Crust forma- tion	Annan orsak Other reasons	Ej fast- ställd orsak Not con- firmed reasons
Mineral- jordar Mineral soils	202 100 %	154 76 %	33 16 %	4 2 %	3 2 %	8 4 %
Mulljordar Organic soils	13	11	1	0	1	0

4.10 GRÖDANS UPPKOMST

Uppgifter om uppkomsten på provplatserna föreligger från brukarna. Dessa noterade uppgifterna på ett svarskort, som de sände in till Avdelningen för jordbearbetning med uppgift om grödornas uppkomst och om vilken risk för dålig uppkomst p g a torka och skorpbildning, som de ansåg föreligga på provplatsen.

Av 202 platser på mineraljordar noterades för 154 (76 %) en god och jämn uppkomst (tabell 31). Mindre god eller dålig uppkomst p g a torka observerades i 16 % av fallen och p g a skorpbildning i 2 % av fallen. Något större andel för den senare hade varit väntad, eftersom andelen starkt skorpbildningsbenägna jordar var större än 2 %. Väderleksförhållandena på de aktuella platserna dessa år var emellertid sällan sådana att förutsättningar för skorpbildning förelåg.

Brukarna fick också göra en bedömning av risken för dålig uppkomst. Det visade sig att på 43 % av provplatserna ansågs risken vara stor eller måttlig för dålig uppkomst p g a torka. På 24 % ansågs samma risknivå föreligga för dålig uppkomst p g a skorpbildning. I båda fallen avser bedömningen mineraljordar (tabell 32). Relationen mellan de båda procenttalen för bedömningsnivåerna stor eller måttlig risk, var alltså nästan 2:1, vilket i och för sig inte var något oväntat resultat.

Tabell 32. Brukarnas bedömning av risken för dålig uppkomst p g a torcka respektive skorpbildning. Tabellen anger hur antalet (och den procentuella andelen) svar fördelar sig på olika graderingar av risker, nämligen ingen, liten, måttlig och stor.
 - The farmers' estimation of the risk of poor emergence because of draught and of crust formation. The table shows the distribution of the number (and the percentage) of answers on the following estimations of the risk, namely none, low, moderate and high.

Jordar Soils	Totalt antal svar Total number of answers	Bedömd risk Estimation of risk			
		Ingen None	Liten Low	Måttlig Moderate	Stor High
<u>Torka Drought</u>					
Mineraljordar Mineral soils	200 100 %	39 19,5 %	76 38 %	64 32 %	21 10,5 %
Mulljordar Organic soils	13	7	4	2	0
<u>Skorpbildning Crust formation</u>					
Mineraljordar Mineral soils	200 100 %	74 37 %	79 39,5 %	37 18,5 %	10 5 %
Mulljordar Organic soils	13	11	1	0	1

Som funktioner av lerhalten visas i figur 69 i appendix hur stora andelar av provplatserna, som enligt brukarnas uppgifter fick god och jämn uppkomst respektive otillfredsställande uppkomst. Några riktigt klara slutsatser av det förhållandevis lilla materialet kan emellertid knappast dras.

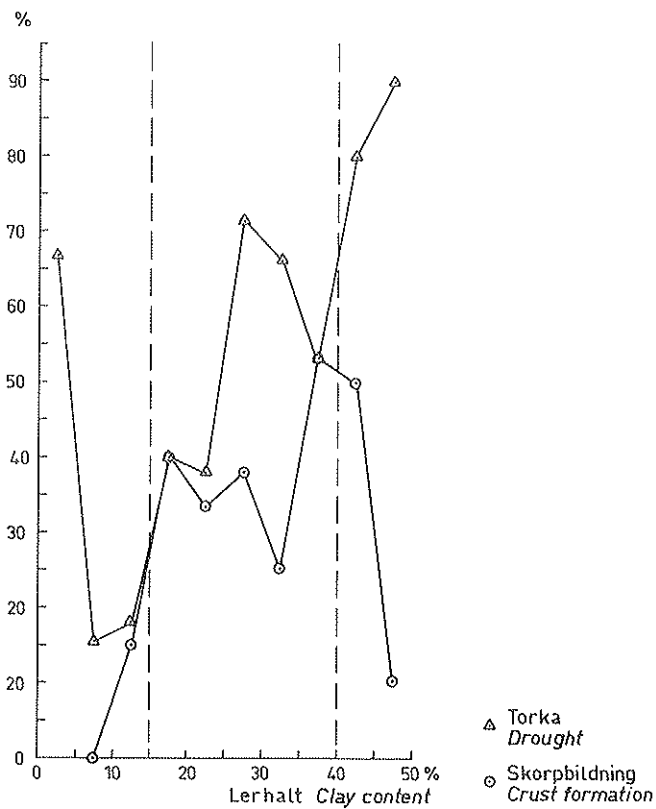
Andelarna provplatser, uttryckta som funktioner av lerhalten, med måttlig och stor risk för dålig uppkomst p g a torcka respektive p g a skorpbildning enligt den intervjuades bedömning, kan studeras i figur 43.

Det framgår där att risken för dålig uppkomst p g a torcka oftare bedömdes vara stor eller ganska stor bland brukare av jordar med lerhalter under 5 % eller över 25 %, än bland brukare av jordar med 5-25 % lerhalt.

Risken för stor eller ganska stor försämring av uppkomsten p g a skorpbildning bedömdes av brukare av jordar med lerhalter mellan 15 och 40 % vara större än den risknivå som brukare av jordar med lerhalter utanför detta intervall ansåg föreligga.

En ännu mer detaljerad bild av brukarnas uppkomstförväntningar ges i figur 70 i appendix. I denna figur är de av brukarna

bedömda riskerna för dålig uppkomst angivna som lerhaltsberoende kurvor eller snarare förväntningsfält, enligt graderingen ingen, liten, måttlig eller stor risk.



Figur 43. Andelarna provplatser, som funktioner av lerhalten, med måttlig eller stor risk för dålig uppkomst p g a torka respektive skorpbildning, allt enligt brukarnas bedömning. - Percentage of sites, as functions of clay content, with moderate or high risk of poor emergence because of drought and of crust formation respectively. All values according to the estimations made by the farmers.

5. SYNTES

Motivet för tillkomsten av den här redovisade undersökningen är det faktum att stråsåden, den grupp av grödor som diskuteras här, ingalunda alltid visar en helt tillfredsställande uppkomst. Detta motiv diskuteras i inledningskapitlet, där även orsakerna till dålig uppkomst översiktligt kommenteras.

I fråga om två tredjedelar av de provplatser som ingick i undersökningen, gjorde brukarna en bedömning av uppkomstens kvalitet. Resultaten av dessa bedömningar är redovisade i avsnitt 4.10.

För att kunna optimera förutsättningarna för uppkomsten är det nödvändigt att ta de faktorer i betraktande som har betydelse för groningen och uppkomst. Dessa faktorer berörs i översiktlig form i avsnitt 2.1.

För några av de centrala faktorerna är det av vikt att kunna ange relevanta gränsvärden. Sådana gränsvärden har hämtats från litteraturen och är redovisade i avsnitt 2.1. De har kommit till användning vid utvärdering av undersökningsresultaten (kapitel 4).

Det torde vara möjligt att högst väsentligt begränsa den dåliga uppkomsten om man kunde få kunskapsunderlag för utformning av adekvata handlingsmönster. Kunskapsunderlaget skulle kunna hämtas dels från litteraturen i form av relevanta gränsvärden, dels från denna undersöknings resultat. På dessa grundfakta borde sedan en lämpligt utformad simuleringsmodell för önskvärda handlingsmönster kunna byggas upp.

5.1 SIMULERINGSMODELLER

Inom många ämnesområden utnyttjas idag systemanalys, och olika simuleringsmodeller byggs upp för behandling med dator. Som ett ämnesmässigt närliggande exempel kan här nämnas den verksamhet som bedrivs i Texas, med datorsimuleringar av olika faktorerers inverkan på groningen och uppkomst hos bomull (Wanjura et al., 1970; Wanjura, 1973).

En liknande modell som den ovan nämnda, verkar i princip möjlig att bygga upp för stråsåd under svenska förhållanden. Värdena på de aktuella s k input-variablerna skulle då kunna hämtas från i första hand denna undersökning. I de fall variabelvärden saknas, borde sådana kunna skattas med hjälp av litteraturuppgifter. Man skulle genom en dylik modell få möjlighet att simulera hur såbäddens utformning och såddens utförande inverkar på uppkomsten.

Nu är det emellertid inte på input-sidan som de egentliga problemen ligger, utan på output-sidan, närmare bestämt i denna undersöknings knapphändiga och osäkra uppgifter om uppkomsten. Bedömningen av uppkomsten graderades nämligen endast i tre steg: God, mindre god och dålig. Tre bedömningsnivåer är emellertid i

det aktuella sammanhanget en alltför grov gradering. Därtill kommer osäkerheten i de 202 bedömningarna, vilka är utförda av i det närmaste lika många personer.

Uppkomstbedömningarna måste sålunda betecknas som alltför osäkra för att kunna tjäna som underlag för en modell av diskuterat slag. Därtill kommer att nederbördsuppgifterna inte heller är tillräckligt säkra. För att en simuleringsmodell av samma typ som den i Texas skulle ha kunnat byggas upp med utgångspunkt från undersökningens resultat, hade såväl planträkning som nederbördsräkning i anslutning till provplatserna varit nödvändig. I sådant fall hade emellertid helt andra resurser erfordrats än dem som faktiskt stod till buds.

När det gäller att erhålla ett adekvat handlingsmönster för att i görligaste mån undvika dålig uppkomst, är den diskuterade simuleringsmodellen emellertid inte den enda tänkbara möjligheten. En annan möjlighet skulle nämligen kunna vara att använda en enkel, schematisk modell för val av sådjup.

5.2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR EN SCHEMATISK SÅDJUPS- MODELL

Strax innan sådden är alla såbäddsvariabler givna, utom den variabel som beskriver utsädet's placering i djupled. Det borde därför vara möjligt att ställa upp en enkel modell som anvisar riktvärden för lämpliga sådjup alltefter skiftande betingelser. Detta skulle kunna ske med hjälp av resultaten från undersökningen och med stöd av gränsvärden hämtade från litteraturen.

Det har visat sig lämpligt att som utgångspunkt för detta modellbyggande använda några från resultatredovisningen utvalda variabler av särskild betydelse för val av sådjup. I figur 44 redovisas dessa utvalda variabler som funktioner av lerhalten.

Innan en schematisk modell för val av sådjup kan uppställas, så måste orsakssambanden mellan de olika faktorer som är av särskild vikt i sammanhanget vara någorlunda klarlagda. Till följd härav skall relevanta aspekter på de aktuella faktorerna tas upp i en jämförelsevis utförlig genomgång.

De olika faktorer, kring vilka efterföljande diskussion förs, presenteras i samma ordning som i resultatkapitlet (4). Eftersom uppgifter om marktemperatur endast föreligger från mindre än hälften av alla provplatser, så kommer emellertid inte temperaturfaktorn att tas upp i detta sammanhang.

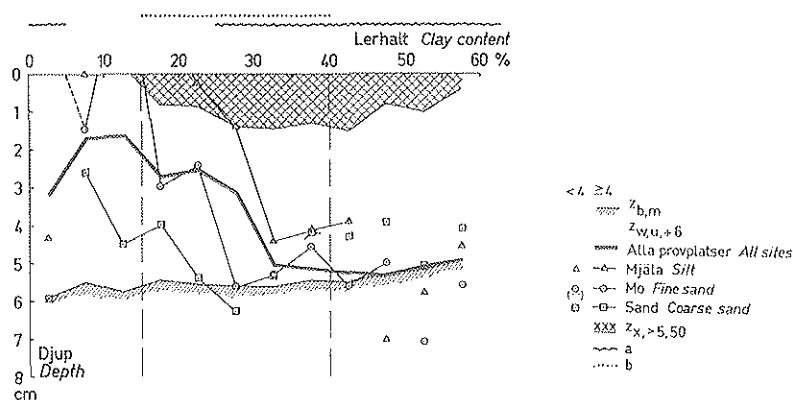
5.2.1 SÅBÄDDENS DJUP

Uppmätt djup hos såbädden, $z_{b,m}$, som funktion av lerhalten presenteras i figur 18 i form av medianvärden för 12 lerhaltsklasser. Sammanbindningskurvan mellan dessa värden har även lagts in som en hjälpkurva i figur 44, där den utgör den generella avgränsningen nedåt för såbädden. Som framgår av

avsnitt 4.5.1 är $z_{b,m}$ oberoende av jordens lerhalt. På grund därav bör medianvärdet 5,6 cm, vilket hänför sig till 284 mineraljordar, kunna anses vara ett slags normalvärde för det bearbetningsdjup som hittills tillämpats.

5.2.2 FUKTIGHETSFÖRHÅLLANDEN

I resultatkapitlet har fuktighetsförhållandena (avsnitt 4.6) behandlats mycket ingående, eftersom groning och uppkomst är så starkt beroende av tillgången på vatten. Vilken inverkan som jordens skilda substansfraktioner har på några olika fuktighetsvariabler har belysts med ett antal multipla regressionskvationer. Därav framgår bl a att mjälhalten har stor inverkan på vattenhalten vid det vattenavförande trycket 1 m vattenpelare ($w_{t,1}$). Förhållandet kan studeras i figur 27 och i tabellerna 16 och 17. Lerhalten har däremot inte alls så stor inverkan på $w_{t,1}$ som exempelvis på vattenhalten vid det vattenavförande trycket 150 m vattenpelare ($w_{t,150}$). Dessa multipla regressionskvationer har givit mycket värdefull



Figur 44. Såbäddens djup, $z_{b,m}$, djupet för 6 % växttillgängligt vatten, $z_{w,u,+6}$, för alla provplatser liksom för de mjåla- mo- och sandrika särpräglade jordarna samt djupet för 50 % aggregat större än 5 mm, $z_{x,>5,50}$. Intervall med betydande risk för dålig uppkomst orsakad av (a) torka eller (b) skorpbildning, har markerats. Samtliga variabler ges som funktioner av lerhalten. - Diagram giving the depth of the seedbed, $z_{b,m}$, the depth at which the soil contains 6 % plant available water, $z_{w,u,+6}$ (curves shown for all sites and for soils rich in silt, fine sand, and coarse sand), and the depth at which the soil contains 50 % of aggregates > 5 mm, $z_{x,>5,50}$. Intervals with considerable risk of poor emergence caused by (a) drought or (b) crust formation have been marked. All variables are given as functions of the clay content.

baskunskap, men i det förhållandevis snäva perspektiv som uppbyggandet av en schematisk sådjupsmodell utgör, är användbarheten begränsad.

Såbäddens innehåll av för groningsprocessen tillgängligt vatten är drastiskt mycket mindre på jordar med lerhalter över 30 % än på jordar med under 30 % ler. Detta illustreras tydligt av figurerna 32, 33 och 34. Medianvärdena för det djup ($z_{w,u,+6}$) på vilket halten växttillgängligt vatten är 6 %, ligger nära eller i såbäddens botten på de jordar där lerhalten är över 30 %.

För jordar med lerhalter över 20 % kan noteras att vattenhalten i bottenlagret ($w_{a,LB}$) i stort sett sammanfaller med vattenhalten vid det vattenavförande trycket 10 m vattenpelare ($w_{t,10}$; se figur 29). Detta sammanhänger troligen med att bearbetbarheten på dessa jordar är bestämd av en viss kritisk vattenhalt. Mycket tyder nämligen på att såbäddens djup i hög grad bestäms av djupet för den högsta vattenhalt vid vilken jorden är bearbetbar. Såbäddsdjupets anpassning till den kritiska vattenhaltens djupläge kan hänga samman med (1) att den som utför bearbetningen ofta bedömer det lämpligt att inte ställa in harven för djupare gång, (2) att harvpinnarna kan ha en viss svårighet att tränga ner djupare och (3) att benägenheten för återpackning är stor i de delar av den ursprungligen harvade såbädden i vilka vattenhalten trots allt överskrider det kritiska värdet, men kanske främst med (4) valet av tidpunkt för vårbruket.

I detta sammanhang kan också erinras om att ett antal forskare (Collis-George & Mellville, 1969; Kuipers, 1970; Dasberg, 1971) har konstaterat att den radie inom vilken vatten för stråsådeskärnornas groning hämtas, tycks vara av storleksordningen 1 cm (se vidare avsnitt 2.1.1).

En uppgift av stort intresse i sammanhanget lämnas av Håkansson & von Polgár (1976). Från en serie modellförsök rapporterar de nämligen att en minst sjuttioprocentig uppkomst erhöles om det vid sådden dels fanns minst 6 % växttillgängligt vatten vid såbäddens botten och utsädet var placerat på denna, dels låg ett 4 cm tjockt avdunstningshämmande skikt av aggregat mindre än 4 mm ovanför kärnorna.

Medianvärdet för det djup ($z_{w,u,+6}$) på vilket halten växttillgängligt vatten är 6 % finns i figur 32 angivet som funktion av lerhalten. Alla aktuella provplatser avses i detta fall. Hur motsvarande kurvor ter sig för mjälarika, morika respektive sandrika särpräglade jordar framgår bl a av figur 34. Samtliga dessa fyra kurvor är inlagda i figur 44.

Motsvarande uppgifter från de enskilda områdena I-V redovisas ej här. Detta beror på att fuktighetsförhållandena i de särpräglade jordarna är av mer extrem karaktär än genomsnittsvärdena för de fem områdena. De särpräglade jordarna anger ett slags ytterlighetsförhållande för de aktuella grupperna av områden och särpräglade jordar (se figur 34). Figur 44 ger en ganska god uppfattning om vattentillgången i de undersökta såbäddarna.

Variabeln $z_{w,u,+6}$ sammanfattar i viss mån vattenfaktorns betydelse, eftersom man genom den får en approximativ angivelse av var i såbädden gränsen går för den vattenhalt som är tillräcklig för en godtagbar groning och uppkomst. På grund av olikheter i förutsättningarna för avdunstningsskydd är emellertid denna gräns inte helt oberoende av på vilket djup den återfinns.

5.2.3 AGGREGATSTORLEKSFÖRDELNING

På jordar med lerhalter mellan 25 och 40 % har såbädden i regel en utpräglad grov struktur. Såväl på jordar med lägre som på jordar med högre lerhalt är strukturen finare. Detta har åskådliggjorts i figur 36, där kurvorna i djupdiagrammet sammanbinder punkter med samma procentandel aggregat större än 5 mm. Den kurva som anger det djup vid vilket 50 % av aggregaten är större än 5 mm har bedömts vara lämplig som gräns för det lager som ger dåligt avdunstningsskydd. Denna kurva har lagts in i figur 44. Det största djup som kurvan når är 1,4 cm.

Beträffande såbäddar med lerhalter över 25 % bör man kunna utgå ifrån att ett ytlager med cirka 1,5 cm:s tjocklek normalt har så grova aggregat att det endast obetydligt bidrar till avdunstningsskyddet. Resten av såbädden kan däremot betraktas som effektiv från avdunstningsskyddssynpunkt. Som tidigare framhållits (avsnitt 2.1.3 och 2.1.4) har Håkansson & von Polgár (1976) funnit att aggregat mindre än 4 mm i ett 4 cm tjockt skikt ger ett gott avdunstningsskydd. Om alltså såbäddens botten på en jord med över 25 % ler ligger omkring 5,5 cm djupt, är således de nämnda förutsättningarna för ett gott avdunstningsskydd uppfyllda om sådden sker direkt på botten.

Av figur 37 (delfigur d) i resultatkapitlet framgår att en hög mjälahalt i jorden medför en minskning inom lerhaltsintervallet 15-40 % av andelen aggregat större än 5 mm i såbäddens översta lager. Aggregatens stabilitet är här nedsatt, troligen till följd av att en hög mjälahalt oftast är förenad med en väsentlig förskjutning mot grovler inom lerfraktionen.

5.2.4 UTSÄDETS PLACERING

Resultatkapitlets redovisning av utsädets placering i djupled har inget intresse vid upprättandet av en schematisk modell för val av sådjup, eftersom de anförda resultaten inte motsvaras av en detaljerad bedömning av uppkomsten (se avsnitt 5.1). Vi är istället hänvisade till de uppgifter om utsädets lämpliga placering vilka erhållits från litteraturen och redovisats i avsnitt 2.1.4. Håkansson & von Polgár (1976) anger som ovan sagts att ett 4 cm tjockt lager med aggregat mindre än 4 mm ger ett gott avdunstningsskydd. Djupet 4 cm kan därför anses vara ett lämpligt sådjup om strukturförhållandena är sådana att avdunstningsskyddet får anses fullgott och om samtidigt utgångsvattenhalten är tillfredsställande samt relativt liten risk för skorpbildning föreligger.

Om mer betydande risk bedöms föreligga för att skorpa kan bildas torde ett sådjup på 3 cm vara lämpligt. Detta djup anges också av Hadas & Stibbe (1977) som lämpligt för höstvetesådd på skorpbildningsbenägna jordar i Israel. Vid speciellt goda fuktighetsförhållanden kan man, även i de fall ingen skorpbildningsrisk föreligger, med fördel placera utsädet 3 cm djupt.

Av resultat från det av Håkansson (1981) redovisade sådjupsförsöket i växthus kan man dra den slutsatsen att det största djup på vilket man i allmänhet utan olägenhet kan så, är omkring 5,5 cm. Detta harmonierar väl med vad som anförts i föregående avsnitt om minimiförutsättningar för avdunstningsskydd på vissa jordar.

5.2.5 GRÖDANS UPPKOMST

I avsnitt 4.10 har brukarnas omdömen om uppkomstresultaten på två tredjedelar av antalet provplatser redovisats. Eftersom omdömena endast gäller uppkomsten under en enda vår på varje plats, har dessa omdömen ett begränsat intresse vid uppbyggandet av en schematisk modell för val av sådjup. Av större intresse i detta sammanhang är den bedömning av risken för dålig uppkomst som gjordes på samma platser, eftersom denna avser en bedömning av genomsnittsförhållandena på provplatserna under en lång tidsperiod. I figur 43 redovisas för varje lerhaltsklass andelen provplatser med måttlig eller stor risk för dålig uppkomst p g a torra eller p g a skorpbildning. Höga värden i denna figur har markerats som vågräta linjer överst i figur 44.

För lerhalter mindre än 5 % och större än 25 % anger figur 44 en betydande risk för dålig uppkomst p g a torra. Man ser också att risken för dålig uppkomst p g a skorpbildning är stor på jordar med 15-40 % lerhalt.

5.3 PRESENTATION AV SCHEMATISK SÅDJUPSMODELL

Med utnyttjande av de i figur 44 redovisade uppgifterna har en schematisk modell för val av sådjup till vårstråsäd i Sverige uppställts. Denna modell, som presenteras i figur 45, är avsedd att ge en uppfattning om vilka sådjup och i vissa fall också vilka bearbetningsdjup som under skilda förutsättningar kan vara lämpliga att eftersträva. Det rekommenderade sådjupet är markerat som funktion av jordens lerhalt.

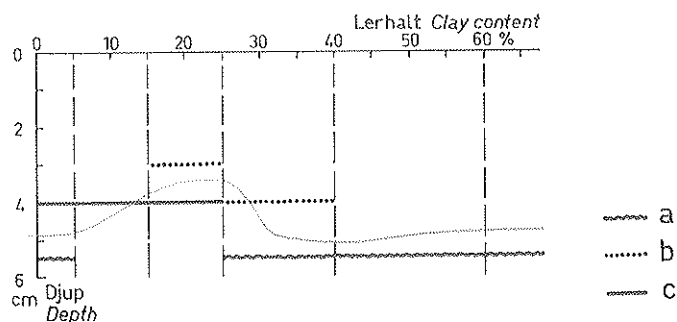
Modellen för val av sådjup, i fortsättningen kallad sådjupsmodellen, är en modifiering av en tidigare framlagd sådan (Kritz, 1980). De föreslagna sådjupen i denna tidigare modell byggde i främsta rummet på uppgifter från vissa jordpopulationer om medianvärden för det djup i såbädden där halten växttillgängligt vatten är 6 viktprocent. Jordpopulationerna var den här behandlade stickprovsundersökningens provplatser på (1) samtliga mineraljordar, (2) de sandrika särpräglade jordarna och (3) de mjälarika särpräglade jordarna. Dessutom var kännedom om olika jordars torrkänslighet, skorpbildningsbenägenhet och aggregatfördelningsmönster invägt.

Den reviderade modellen, enligt figur 45, utgår från samma markfysikaliska underlag som den tidigare, Skillnaden är att brukarnas bedömning, enligt figur 43 och 44, av riskerna för dålig uppkomst mer direkt vägts in.

Vid de överväganden som ligger bakom de i modellen föreslagna sådjupen har alltid utgått från mediandjupen för 6 viktprocent växttillgängligt vatten ($z_{w,u,+6}$) inom relevanta jordpopulationer. Givetvis har därvid hänsyn tagits till att det sådjup som i varje särskilt fall förordas bör vara något större än $z_{w,u,+6}$ för att en tillfredsställande del av populationen skall ha minst 6 % växttillgängligt vatten vid det rekommenderade djupet. I andra hand har större eller mindre vikt tillmätts, dels brukarnas riskbedömning, dels vunnen kännedom om ler- och mjälalhalternas betydelse för jordarnas strukturbildande egenskaper.

I sådjupsmodellen i figur 45 har 4 cm lagts in som ett lämpligt sådjup för de fall ingen eller liten risk för dålig uppkomst anses föreligga.

För lerfattiga jordar med betydande risk för dålig uppkomst p g a torra, d v s grövre sandjordar, (se brukarnas riskbedömning i figur 43) förordar modellen ett sådjup av 5 cm eller något mer. För torkkänsliga jordar med lerhalter över 25 % tillråds en



Figur 45. Schematisk sådjupsmodell för vårstråsåd i Sverige. Lämpligt sådjup har markerats för jordar med betydande risk för dålig uppkomst genom (a) torra och (b) skorpbildning samt (c) för jordar där båda dessa risker är obetydliga. Vid en lerhalt över 25 % skall utsädet placeras på en fuktig såbäddsbotten, vilken under gynnsamma förållandena kan läggas grundare än figuren visar. - Schematic sowing depth model for spring-sown cereals in Sweden. Appropriate sowing depth is given for soils with considerable risk for poor germination through (a) drought and (b) crusting, and (c) for soils where these two risks are small. At a clay content >25 % the seed should be placed onto a moist seedbed bottom. Under suitable conditions this may be located shallower than the figure shows.

placering av utsädet på såbäddens botten, som på dessa jordar bör ligga på ett djup av storleksordningen 5-5,5 cm. Detta bearbetningsdjup medför här att kärnorna utan att hamna för djupt, kommer både att ligga tillräckligt fuktigt och att ha ett tillfredställande avdunstningsskydd ovanför sig (se avsnitt 5.2). Om jorden är torr och såbädden grov kan bearbetnings- och sådjupet behöva ökas ytterligare. Kan en fuktig såbotten skapas på mindre djup och såbädden samtidigt göras jämn och alltigenom finbrukad så kan djupet minskas. Beträffande jordar som är både torkkänsliga och skorpbildningsbenägna, se nedan.

För jordar med höga mjälahalter gäller att risken för dålig uppkomst p g a skorpbildning oftast är stor. De av dessa jordar som har lerhalter i intervallet 15-25 %, har i allmänhet god tillgång på vatten för groningen. För dem kan ett sådjup av 3 cm rekommenderas. I fråga om mjälarika jordar med lerhalter i intervallet 25-40 % gäller att betydande risk mycket väl kan föreligga för dålig uppkomst såväl p g a skorpbildning som p g a uttorkning. Bedöms i dessa fall skorpbildningsrisken vara större än torkrisken bör utsädet placeras 3-4 cm djupt.

Nedanstående översikt, uppdelad efter fem större lerhaltsgrupper, visar sådjupsmodellens tillämpning på jordar med olika lerinnehåll:

Lerfattiga jordar, mindre än 5 % ler. Här kan ett sådjup på 4 cm anses lämpligt, såvida ingen eller liten risk finns för dålig uppkomst p g a torka. Sådjupet bör däremot ökas till ner mot 5,5 cm på grovtexturella sandrika jordar, beroende på dessa jordars torkkänslighet.

Leriga jordar, 5-15 % ler. Dessa jordar är de i sammanhanget minst problematiska. Man kan här i princip räkna med god uppkomst, såvida man inte sår för djupt, d v s djupare än cirka 5,5 cm. I såbäddarna på dessa jordar finns det alltid tillräckligt med fuktighet för att groningen skall komma till stånd. Vidare är benägenheten för skorpbildning liten. Ett sådjup på 4 cm kan rekommenderas i princip, men på finmo- och/eller mjälarika jordar i detta lerhaltsintervall torde en något grundare sådd utan olägenhet kunna tillämpas. Eftersom jordarna i lerhaltsintervallet 5-15 % (liksom även i intervallet 0-5 %) är mycket lättbrukade, kan lätt såbäddens djup liksom sådjupet bli för stort, så att uppkomsten av denna anledning blir försämrad eller åtminstone onödigtvis försenad. En djup såbädd torde dock inte på dessa jordar i och för sig vara en nackdel, om man bortser från bearbetningskostnaderna, eftersom inget behov här finns att placera utsädet direkt på en fast och fuktig bearbetningsbotten. Ett krav är emellertid att sådjupet, om djup såbädd föreligger, regleras enbart i förhållande till markytan.

Lättleror, 15-25 % ler. Ett sådjup på 4 cm bör här vara lämpligt, under förutsättning att riskera för dålig uppkomst såväl p g a torka som p g a skorpbildning endast är obetydliga. Torkrisken torde i allmänhet vara liten, medan däremot en betydande risk för skorpbildning uppträder på lättleror med höga

finmo- och mjälahalter. På skorpbildningsbenägna lättleror kan ett sådjup på 3 cm anses lämpligt. (Antagligen är det riktigt att då även bearbeta grunt. Jordbrukarna i vissa områden med dylika jordar anser dock att man bör bearbeta djupt men så grunt.)

Mellanleror, 25-40 % ler. På dessa jordar är ett sådjup på 3-4 cm lämpligt i de fall stor risk för skorpbildning bedöms föreligga. I övriga fall bör, alltefter fuktighetsförhållandena och såbäddens finbrukningsgrad, ett sådjup av 4-6 mm väljas. Bearbetningsdjupet bör vara detsamma som det tilltänkta sådjupet, så att utsädet kan läggas direkt på såbäddens botten.

Styva leror och mycket styva leror, mer än 40 % ler. Eftersom torka på dessa jordar kan förorsaka dålig uppkomst, bör utsädet här placeras på såbäddens fuktiga botten. Djupet hos såbädden bör ligga i intervallet 4-6 cm och väljas med utgångspunkt från den aktuella såbäddens finbrukningsgrad.

5.4 SLUTORD

För att man i praktiken skall kunna tillämpa de i den schematiska sådjupsmodellen ovan förslagna sådjupen, måste jordarnas fysikaliska egenskaper på de enskilda gårdarna bli bättre kända än vad som nu är fallet. Man skulle då också bättre kunna utnyttja den övriga kunskap som forskning och försöksverksamhet inom detta område idag besitter.

De nyss anförda önskemålen torde kunna förverkligas om jordprover togs ut på några representativa delar av gårdarna, och om sedan kornstorleksfördelningen och mullinnehållet i dessa prover bestämdes. Helst skulle också vattenhalterna vid de i undersökningen använda tre vattenavförande trycken, 1, 10 och 150 m vattenpelare bestämmas. Med ett sådant faktamaterial som underlag skulle det säkert vara långt lättare såväl att analysera orsakerna till dålig uppkomst som att förebygga den.

6. SAMMANFATTNING

Torka, skorpbildning och för djup sådd är i vårt land de vanligaste orsakerna till dålig uppkomst hos grödorna. Av svensk lantbrukslitteratur från 1700- och 1800-talen framgår att man redan då försökte förbättra uppkomsten genom att förbättra metoderna för såbäddsberedning och sådd. En mer omfattande forskning på detta område kom i Sverige dock inte igång förrän på 1960-talet. Centrum för denna forskning har varit och är Lantbrukshögskolan, sedermera Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).

Föreliggande avhandling behandlar en stickprovsundersökning rörande förhållandena i fält, vilken ingår som en viktig del av den ganska omfattande forskning som Avdelningen för jordbearbetning vid SLU sedan 1960-talet bedriver kring såbäddsberedning och sådd.

Stickprovsundersökningen genomfördes vårarna 1969-1972 på 300 fält till största delen besådda med vårstråsäd och approximativt fördelade över landet som den vårsådda arealen. I denna stickprovsundersökning, som får anses äga god representativitet, bestämdes på varje provplats bearbetningsdjupet, markytans och bearbetningsbottnens ojämnhet, aggregatstorleksfördelningen och utsädes fördelning i djupled. Jordprov togs också ut för bestämning av aktuell vattenhalt, vattenbindande egenskaper, kornstorleksfördelning och mullinnehåll.

Använda metoder för undersökningarna i fält. Fastställandet av såbäddens djup liksom en grov bestämning av markytans och såbäddsbottnens ojämnhet skedde inom en 40 cm x 40 cm stor och 10 cm hög stålram, som pressades ned i marken. Såbäddens medeldjup erhöles genom att allt löst material inom stålramen överfördes till en mätcylinder, i vilken detta djupvärde direkt kunde avläsas.

Studier av aggregats storleksfördelning och av utsädeskärnornas fördelning i djupled skedde inom en 25 cm x 40 cm, d v s 0,1 m², stor yta i omedelbar anslutning till stålramen. Ifrågavarande yta erhöles genom att en stålvinkel fogades till ramens utsida. Med hjälp av en skopa togs såbäddens lösa material inom denna yta ut i tre så jämntjocka lager som möjligt. Materialet i varje lager sållades sedan upp i tre aggregatstorleksfraktioner: mindre än 2 mm, 2-5 mm och större än 5 mm. Antalet utsädeskärnor i varje lager räknades också. Prov för vattenhaltsbestämning togs ut i varje lager, liksom i ett cirka 2 cm tjockt skikt från såbäddens botten och neråt.

Former för redovisning av resultaten. Ett antal markvariabler av betydelse för groning och uppkomst har studerats, i första hand som funktioner av jordens lerhalt, men även av övriga kornstorleksfraktioners halter liksom av mullhalten. Ett hjälpmedel härvid har varit studiet av speciella grupper av jordar med särpräglad sammansättning, här kallade särpräglade jordar. De särpräglade jordarna definieras här som de jordar i vilka halten av någon av jordens substansfraktioner är större än halten vid

tredje kvartilen för ifrågavarande fraktion inom varje lerhaltsklass.

Även de regionala skillnaderna ifråga om de studerade variablerna har befunnits vara av intresse. De 300 provplatserna har därför delats upp i fem större, geografiskt samlade grupper, vilka erhållits genom att landets län förts samman på följande sätt: Område I: M och L; område II: N, K, G, F, H och I; område III: P, R, O och S; område IV: E, D, T, AB, C och D; område V: X, W, Y, X, AC och BD.

Jämförelser mellan regionala grupper av jordar och grupper av särpräglade jordar från hela landet har bl a visat följande: Stor samstämmighet tycks finnas mellan (1) jordarna från å ena sidan områdena I och II i söder och å den andra de sandrika särpräglade jordarna från hela landet, (2) jordarna från område III i väster och de morika särpräglade jordarna samt (3) jordarna från område V i norr och de mjäla- och mullrika särpräglade jordarna.

Såbäddens avgränsningar i marken. Eftersom de olika lageravgränsningarna i såbädden visat sig inte vara beroende av jordens lerhalt, så har medianvärden för hela stickprovet av de variabler som beskriver dessa avgränsningar, bedömts vara av intresse. På mineraljordarna var medianvärdet 5,6 cm för uppmätt djup hos såbädden och 7,6 cm för bedömt djup. Motsvarande medianvärden för uppmätt tjocklek av de tre såbäddslagren var: Lager 1: 2,0 cm; lager 2: 1,6 cm; lager 3: 2,0 cm.

Vattenhalten vid tre vattenavförande tryck. En viktig del av avhandlingen behandlar vattenhalten vid de tre vattenavförande trycken 1, 10 och 150 m vattenpelare, $w_{t,1}$, $w_{t,10}$ och $w_{t,150}$, samt halten potentiellt växttillgängligt vatten, definierat som $w_{t,1} - w_{t,150}$. Därvid har de olika jordmaterialfraktionernas inverkan på vattenhalten studerats med hjälp av regressionsanalys. De olika fraktionshalterna har betecknats enligt följande: L = ler, Mj = mjäla, Mo = mo, S = sand, H = mullsubstans. Flera olika regressionsmodeller har använts. Förekomst av multikolaritet har diskuterats.

Särskild uppmärksamhet har ägnats en interceptfri modell med samtliga fraktionshalter medtagna som förklarande variabler. Denna modell medger nämligen att de olika förklarande variablernas utbytesrelationer kan klarläggas genom studium av differenserna mellan regressionskoefficienterna.

Den interceptfria regressionsmodellen har givit följande multipla regressionskvationer för $w_{t,150}$, $w_{t,10}$ och $w_{t,1}$ samt för differensen $w_{t,1} - w_{t,150}$, d v s för halten potentiellt växttillgängligt vatten:

$$w_{t,150} = 0,31L + 0,001 Mj + 0,02Mo + 0,02S + 0,70H$$

$$w_{t,10} = 0,26L + 0,34Mj + 0,11Mo + 0,001S + 1,47H$$

$$w_{t,1} = 0,24L + 0,41Mj + 0,22Mo + 0,04S + 1,96H$$

$$w_{t,1} - w_{t,150} = -0,07L + 0,41Mj + 0,20Mo + 0,02S + 1,27H$$

Man kan iaktta att lerhaltens (L) betydelse minskar något med minskat vattenavförande tryck. Det omvända förhållandet gäller för mjälahaltens (Mj) betydelse, som ökar starkt med minskat vattenavförande tryck. Samma mönster som för mjälahalten gäller mo- (Mo) och mullhalternas (H) betydelse. Sandhalten (S) har genomgående en liten betydelse. På mängden potentiellt växttillgängligt vatten ($w_{t,1} - w_{t,150}$) har lerhalten en relativt liten inverkan (negativ), medan mull-, mjäla- och mohalterna i nu nämnd ordning är betydelsefulla.

Någon determinationskoefficient R^2 , jämförbar med R^2 -värdena för ekvationer vari inte alla fraktionshalterna är medtagna, har här inte kunnat anges. Övergång från ekvationer med fyra förklarande variabler till ovanstående femparametriska ekvationer ökar dock egentligen inte den statistiska förklaringsgraden, utan görs närmast för att underlätta tolkningen av resultaten. I sammanhanget är därför R^2 -värden för respektive fyrparametriska ekvationer av intresse. För $w_{t,150}$, $w_{t,10}$, $w_{t,1}$ och $w_{t,1} - w_{t,150}$ är dessa 0,85, 0,73, 0,64 respektive 0,60.

Bland de många i avhandlingen redovisade regressions-ekvationerna med färre än fem förklarande variabler medtagna kan som exempel anföras:

$$\begin{aligned} w_{t,150} &= 2,0 + 0,27L + 0,65H & R^2 &= 0,85 \\ w_{t,10} &= 6,2 + 0,20L + 1,35H + 0,32Mj & R^2 &= 0,71 \\ w_{t,1} &= 22,3 + 1,75H + 0,20Mj - 0,18S & R^2 &= 0,64 \\ w_{t,1} - w_{t,150} &= -1,1 + 1,29H + 0,37Mj + 0,22Mo & R^2 &= 0,58 \end{aligned}$$

Under antagandet att mullhalten ligger omkring medianvärdet 4 %, har följande approximeringsformler med enbart lerhalten eller enbart mjälahalten som förklarade variabel föreslagits för de aktuella förklarande variablerna:

$$\begin{aligned} w_{t,150} &= 4,5 + 0,3L; & (0,85) \\ w_{t,10} &= 16 + 0,3L; & (0,56) \\ w_{t,1} &= 25 + 0,25L; & (0,43) \\ w_{t,1} &= 22 + 0,4Mj; & (0,56) \\ w_{t,1} - w_{t,150} &= 20,5 - 0,05L; & (0,20) \\ w_{t,1} - w_{t,150} &= 14 + 0,25Mj; & (0,37) \end{aligned}$$

De inom parentes angivna värdena är R^2 -värden för de regressions-ekvationer från vilka respektive approximeringsformel har sitt ursprung.

Skattningsfunktionerna med mjälhalten som förklarande variabel har tagits med för $w_{t,1}$ och $w_{t,1} - w_{t,150}$, eftersom dessa ekvationer där ger en högre statistisk förklaringsgrad än motsvarande uttryck med lerhalten.

Inga klara skillnader föreligger i allmänhet ifråga om $w_{t,150}$ mellan olika områden eller mellan skilda grupper av särpräglade jordar. Enda undantaget är de mullrika särpräglade jordarna, där $w_{t,150}$ ligger högre än genomsnittet för alla mineraljordarna. Beträffande $w_{t,1}$ visade sig jordarna från område I i söder, de sandrika särpräglade jordarna från hela landet och ett urval danska jordar (enligt en motsvarande dansk undersökning, Rasmussen 1981) ha relativt låga värden. Däremot hade jordarna från område V i norr och de mjälarika särpräglade jordarna förhållandevis höga $w_{t,1}$ -värden.

Vattenhalten vid provtagningen. Det visade sig att bottenlagrets vattenhalt vid provtagningen, $w_{a,LB}$, var beroende av lerhalten i hela lerhaltsamplituden. Motsvarande vattenhalter i de tre lagren i såbädden visade också lerhaltsberoende, dock endast i lerhaltsintervallet upp till cirka 15 % ler.

Ett intressant faktum är att $w_{a,LB}$ visade sig nära överensstämma med $w_{t,10}$ vid lerhalter över 20 %.

Växttillgängligt vatten vid provtagningen. Halten växttillgängligt vatten i ett visst jordskikt vid provtagningstillfället, w_u , definieras som skillnaden i det givna skiktet mellan aktuell vattenhalt, w_a , och vattenhalten vid det vattenavförande trycket 150 m vattenpelare, $w_{t,150}$ ($w_u = w_a - w_{t,150}$). Utgående från w_u har sedan mängden växttillgängligt vatten i mm beräknats. Föreliggande material visar att medianvärdet för mängden växttillgängligt vatten för hela såbädden är relativt stort vid låga lerhalter och når sitt högsta värde, 5 mm, vid en lerhalt av cirka 10 %. Vid lerhalter mellan 10 och 30 % avtar det nämnda medianvärdet kontinuerligt från 5 mm till cirka 0 mm. Vid lerhalter över 30 % ligger värdet konstant vid omkring 0 mm. I det 2 cm tjocka lagret närmast under såbäddsbotten är medianvärdet 2-3 mm oberoende av jordens lerhalt.

6 % växttillgängligt vatten vid sådden har enligt Håkansson & von Polgár (1976) visat sig vara ett minimivärde för att uppkomsten skall kunna förväntas bli god och jämn. (Anmärkas bör att detta värde bygger på modellförsök, där själva såbädden var lufttorr, medan utsädet var placerat på den fuktiga bearbetningsbotten. Således var situationen mer ansträngd än som är vanligt i praktiken.) I föreliggande material har därför studerats på vilket djup detta gränsvärde återfinns. Detta djup har betecknats $z_{w,u,+6}$. Vid lerhalter under 30 % ligger $z_{w,u,+6}$, schematiskt sett, på ett djup av cirka 3 cm. Är lerhalten högre återfinns $z_{w,u,+6}$ i princip vid såbäddens botten. På jordarna i Sydsverige (områdena I och II) och i Danmark, liksom på de sandrika särpräglade jordarna från hela Sverige, måste man ner förhållandevis djupt i såbädden för att nå 6-procentvärdet. På jordarna i Nordsverige (område V), liksom på de mjäla- och mullrika särpräglade jordarna, ligger däremot 6-procentvärdet relativt nära markytan.

Aggregatstorleksfördelningen. De olika lagrens aggregatstorleksfördelningar har studerats. I lager 2 och 3 överväger i stort sett de små och medelstora aggregaten, vilket har positiv betydelse för dessa lagrens funktion som avdunstningsskydd. Däremot är förekomsten av grova aggregat i vissa fall mycket stor i lager 1. Vid lerhalter omkring 40 % förekommer upp till 80 % (medianvärdet är cirka 60 %) aggregat större än 5 mm. Följande interceptfria regressionskvation anger för lerhaltsintervallet 15-40 % andelen aggregat större än 5 mm i såbäddens översta lager, $x_{>5,L1}$, som funktion av jordens olika materialhalter:

$$x_{>5,L1} = 1,30L + 0,009M_j + 0,65M_o + 0,49S - 2,16H$$

Av ekvationen framgår att en ökad mullhalt leder till minskad andel grova aggregat i det aktuella lerhaltsintervallet. Vidare ser man att även en ökad mjälahalt medför minskad andel grova aggregat, under förutsättning att mjälahaltens villväxt inte kompenseras av en minskad mullhalt. Beräkningsresultatet stämmer väl med de iakttagelser som kan göras beträffande förhållandena i område V i norr och för de mjälrika och mullrika särpräglade jordarna från hela landet.

Utsädets djupplacering. Utsädesplaceringen bestämdes genom att antalet kärnor i varje lager räknades. Denna bestämning var relativt grov. De tre såbäddslagrens kärnandelar, s_{L1} , s_{L2} och s_{L3} , har räknats fram, liksom mediansådjupet, $z_{s,50}$. Eftersom $z_{s,50}$ i sig självt inte säger så mycket, utan måste sättas i relation till såbäddens djup, $z_{b,m}$, har ett sådjupsindex, s_j , använts, vilket definieras av sambandet $s_j = 100(z_{s,50}/z_{b,m})$. En granskning av de framtagna s_j -värdena visar bl a att man inom område V i norr sådde något grundare än vad man gjorde inom övriga områden.

Grödans uppkomst. Av uppgifter från brukarna framkom att risken för dålig uppkomst p g a torra bedömdes vara hög på jordar med lerhalter under 5 % och över 25 %. Risken för dålig uppkomst p g a skorpbildning bedömdes som hög på jordar i lerhaltsintervallet 15-40 %.

Schematisk sådjupsmodell. En schematisk modell för val av sådjup för vårstråsäd i Sverige presenteras. Den grundar sig främst på medianvärden för det djup i såbädden där halten växttillgängligt vatten vid sådden är 6 viktprocent. Medianvärdena avser dels samtliga mineraljordar, dels de sandrika särpräglade jordarna och de mjälrika särpräglade jordarna. Hänsyn till bedömd torkkänslighet, och benägenhet till skorpbildning samt till aggregatstorleksförhållandena har tagits.

Om ingen eller liten risk för uttorkning eller skorpbildning föreligger rekommenderas i den schematiska sådjupsmodellen ett sådjup på 4 cm. Vid lerhalter under 5 % bör, om jorden samtidigt är sandig, sådjupet ökas till cirka 5 cm. Är lerhalten över 25 % bör utsädet normalt placeras på såbäddens botten, vilken om

risken för skorpbildning är måttlig bör ligga inom djupintervallet 4-6 cm, allt efter fuktighetsförhållandena och såbäddens finbrukningsgrad. Föreligger däremot betydande risk för skorpbildning bör sådden ske på 3 cm:s djup, om jordens lerhalt ligger i intervallet 15-25 %, och 3-4 cm djupt, om lerhalten ligger mellan 25 och 40 %.

LIST OF SYMBOLS

$z_{b,m}$	Depth of the seedbed, measured, cm
$z_{b,e}$	estimated
Δs_S	Roughness value for the surface of the seedbed, cm
Δs_B	bottom
$w_{t,1}$	Moisture content at a matric tension of 1 m water column, in per cent by weight
$w_{t,10}$	10
$w_{t,150}$	150
$w_{a,L1}$	Moisture content at sampling, in per cent by weight, in sublayer 1
$w_{a,L2}$	2
$w_{a,L3}$	3
$w_{a,LB}$	bottom layer
$w_{u,L1}$	The content of plant available water, in per cent by weight, in sublayer 1
$w_{u,L2}$	2
$w_{u,L3}$	3
$w_{u,LB}$	bottom layer
$z_{w,u,-6}$	The depth in cm for -6 per cent by weight of plant available water
$z_{w,u,0}$	0
$z_{w,u,+6}$	+6
$z_{w,u,+12}$	+12
t	The temperature at a depth of 20 cm, °C
$x_{<2,L1}$	The percentage of aggregates <2 mm in sublayer 1
$x_{<2,L2}$	2
$x_{<2,L3}$	3
$x_{2-5,L1}$	2-5 1
$x_{2-5,L2}$	2
$x_{2-5,L3}$	3
$x_{>5,L1}$	>5 1
$x_{>5,L2}$	2
$x_{>5,L3}$	3
$z_{x,>5,50}$	The depth for 50 per cent aggregates >5 mm, cm
s_{L1}	The percentage of seeds in sublayer 1
s_{L2}	2
s_{L3}	3
$z_{s,50}$	Median sowing depth, cm
$z_{s,e}$	Estimated sowing depth, cm
s_i	Sowing depth index ($s_i = 100 z_{s,50}/z_{b,m}$)

7. SUMMARY

7.1 INTRODUCTION

Poor crop emergence causes significant economic losses to Swedish agriculture, the most common reasons being drought, crusting and too deep sowing, the latter reason, however, being of importance mainly for crops with small seeds. Accurate seedbed preparation and sowing are important for optimum germination and emergence.

Poor emergence because of drought primarily appears in soils with clay content above 25 %. In Sweden such soils mainly occur in regions with low spring precipitation. The same problem may occur on extreme coarse-sandy soils. Suitable sowing depth and adequate protection against evaporation is of importance to prevent poor emergence due to drought.

Another important reason for poor emergence is crusting, which is most common and serious on soils with high silt content. Shallow sowing, which enables the seedling to reach the soil surface rapidly, is preferable on these soils since the moisture supply normally is good.

For increasing the basic knowledge concerning the conditions at spring sowing, a sampling investigation comprising 300 fields was carried out in 1969-1972, the sampling being done immediately after sowing. The results are presented and analyzed in this thesis. The summary is divided into sections numbered in accordance with the chapters in the main text.

7.2 BACKGROUND

7.2.1 FACTORS OF IMPORTANCE FOR GERMINATION AND EMERGENCE

The following physical factors may normally be regarded as decisive for the seed germination and crop emergence, viz. (1) temperature (2) moisture conditions (3) mechanical impedance and (4) aeration (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1978; Bowen, 1966; Wanjura et al., 1970). To this the following two factors of somewhat different character may be added, viz. (5) sowing depth and (6) structure of the seedbed. In this investigation all these factors were studied apart from factors (3) and (4), because these factors may normally not be critical until some time after sowing, for instance after a rainfall, whilst the sampling was done immediately after sowing.

7.2.2 CLIMATE AND SOIL CONDITIONS IN SWEDEN

Climate. On average, spring-tillage in Sweden starts soon after the frost-melt, in April in southern Sweden, in the beginning of June in northern Sweden. Table 1 gives the monthly average temperatures for April-June at 15 meteorological stations ranging from the south of Sweden to the north. Table 2 gives precipitation values for three counties in the eastern, drier part of the country and three counties in the western, wetter part.

Soils. A survey of the soil types in the plough-layer of arable land in Sweden is given in Figure 1. Based on this survey, in the analyses below, the country was divided into five physiographic districts, I-V.

7.2.3 HISTORICAL NOTES CONCERNING SEEDBED PREPARATION AND SOWING

The principles for seedbed preparation and sowing gradually changed during the 18th and 19th centuries. The traditional technique, sowing by hand and covering by an ard or a harrow caused large differences in sowing depths. It also caused differences in emergence, particularly after sowing in an open furrow. This fact has been well illustrated by a field trial (Figure 2), carried out 200 years ago by one of Linneaus' disciples, the Reverend Bjerkander (1782). The ideas of using a machine for sowing in rows were realized in prototypes by many innovators during the 17th and 18th centuries. But it was not until 1782, when the Reverend Cooke in England obtained a patent for his seed drill, that a really functioning machine was built (Partridge, 1973).

Before the seed drills came into common use it was considered an advantage to have a coarse seedbed before covering since it was easier to get the seeds down to the bottom if they were relatively small in comparison to the aggregates (Kylberg, 1910). The seed drills began to be more common in the middle of the last century, when manufacturing started. As the implements and machines became improved, interest also increased in the physical conditions of the seedbed as now it was possible to regulate the factors to a greater extent than earlier. A seedbed in our meaning is therefore a consequence of the introduction of the seed drill.

7.2.4 SWEDISH RESEARCH IN SEEDBED PREPARATION AND SOWING

Studies concerning the technique for seedbed preparation and sowing have been an important part of the research work at the Department of Soil Sciences, Division of Soil Management, and its predecessors. Most work has been carried out as field experiments concerning different methods of seedbed preparation (Torstensson & Nilsson, 1954a, 1954b; Nilsson & Henriksson, 1968; Nilsson, 1977; Henriksson, 1974, 1979; Olsson,

1975, 1978; Cederlund, 1982), combined sowing and fertilizer placement (Heinonen & Huhtapalo, 1968, 1978; Huhtapalo, 1978, 1982) or rolling after sowing (Torstensson et al., 1954; von Polgár & Håkansson, 1977; von Polgár, 1982). A series of model experiments into the function of the seedbed has been carried out in shallow boxes (Håkansson & von Polgár, 1976, 1977, 1979a, 1979b, 1983).

At the Department of Plant Husbandry the reactions of seeds of different species sown under different conditions have been studied (Hallgren, 1974; Håkansson, 1975, 1979, 1981). At the Department of Agricultural Engineering the functions for harrows and seed coulters have been studied (Möller, 1967, 1975). The seed depth distribution and moisture content in the seedbed were determined in 107 fields after sowing in practice (Möller, 1967; Bågenholm, 1967).

7.3 METHODS

The methods used were earlier described by Kritz & Håkansson (1971) and by Kritz (1979).

7.3.1 SELECTION OF SITES

In Sweden the sowing period in a certain region is normally concentrated to very few days. This fact determined the method for selection of sites. The person carrying out the investigation drove by car through a region where sowing was in progress. He stopped at every field with seed drills in work and asked for cooperation. Very few refusals were experienced and no change of the normal technique could be done.

7.3.2 DETERMINATION AT THE SITES

By interviewing the person doing the sowing information was obtained concerning tillage operations on the field, type of implements used, etc. (record form see Figure 46). This person was also given an answer card (Figure 47) to be sent in about three weeks later with notes about the emergence of the crop.

Measurements and samplings in the seedbed were carried out with a method developed for this investigation. The equipment used is presented in Figure 5. A steel frame was pressed into the seedbed. A steel side wing was fitted to the frame (Figure 6). By determining the highest and lowest point of the soil surface within the frame a simple measure of the roughness was obtained. The loose soil within the frame was then transferred to a measuring cylinder graded directly in cm depth of the seedbed (Figure 7). The roughness of the bottom was determined in a similar way to the roughness of the surface. Within the side wing area the seedbed was separated in three sublayers by a scoop. Material from each sublayer was sieved in three aggregate size fractions, the ones chosen in the present

context being <2 mm, 2-5 mm and >5 mm. The number of seeds found in each sublayer were counted. Samples for determination of moisture content were taken from each sublayer (Figure 8). At each site normally three replicates were taken spaced at 3 m intervals. Soil samples were taken at each site for particle size analyses and determination of moisture content at the matric tensions 1, 10 and 150 m water column.

7.4 RESULTS

7.4.1 INTRODUCTION

During the four years 1969-1972, 300 sites were selected proportionally to the spring-sown area in different regions. At 289 sites the crops were cereals (barley, oats, wheat or mixed cereals, Table 7), the group of crops treated in this thesis. This makes 1 site per 500 farms or per 4 700 hectares, with only 1 % refusals. Results from each individual site are presented by Kritz (1976a) and an example is given here in Figure 48. Figure 10 shows these results visualized in diagrams.

7.4.2 PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF THE SOILS

Table 33 gives the distribution statistics for the contents of silt, fine sand, coarse sand and organic matter for the sites with 20 % soil organic matter (284). The soils were divided into the following clay content classes: 0-4, 5-9, 10-14 ... and 65-69 %. As functions of the clay content, based on these classes, different variables have been studied. In order to study regional differences, Sweden was divided into five districts (Figure 13), based on the dominating types of soil (Figure 1). It was found that the soils in districts I and II have a coarse-sandy character, in district III a fine-sandy character (in soils with low clay content), and in district V a silt character as well as having a high organic matter content.

7.4.3 THE REPRESENTATIVITY OF THE SAMPLE

7.4.4 DISCUSSION OF STATISTICAL METHODS USED

7.4.5 SEEDBED DEPTH AND ROUGHNESS OF THE SURFACE AND THE BOTTOM

The depth of the seedbed was measured, $z_{b,m}$, and estimated by the interviewed person, $z_{b,e}$, (Table 12). The mean value of $z_{b,m}$ was 5.6 cm and no dependence on the clay content was shown (Figure 18). The roughness values of the surface, z_S , and the bottom, z_B , of the seedbed are given in Table 13.

7.4.6 MOISTURE CONDITIONS

7.4.6.1 Moisture content at three matric tensions

The moisture content has been studied in relation to the content of different particle size fractions as well as to the organic matter content of the soils. A system of regression equations was built up (Table 14); compare Briggs & Shantz (1912), Heinonen (1954), Andersson & Wiklert (1960), Hall et al. (1977). Because of the multicollinearity (see i.e. Johnston, 1963; Wonnacott & Wonnacott, 1981) a weakness is built into the model unless all independent variables are included.

The following equation obtained for $w_{t,150}$ in a linear model without intercept (compare mixture experiments: Snee, 1977) is given here as an example:

$$w_{t,150} = 0.31 \text{ Clay} + 0.001 \text{ Silt} + 0.02 \text{ Fine sand} \\ + 0.02 \text{ Coarse sand} + 0.70 \text{ Organic matter}$$

To make it easier to understand these results, estimations of the differences between the coefficients are given, i.e., in Table 15. Values in this table show the changes of $w_{t,150}$ which may occur when a fraction, read on the vertical variable list (1-5) is increased by 1 per cent unit at the same time as one of the other fractions, read on the horizontal variable list (A-E), is decreased by the same amount.

$w_{t,150}$. The influence of the clay content on $w_{t,150}$ can be seen already in equation 1 in Table 14. A corresponding regression line can be seen in Figure 20 together with the irregular curve built up of the median values for $w_{t,150}$ for 12 clay content classes (see also Figure 55 where quartile distance and variation range for each clay content interval are given).

The importance of the organic matter content for $w_{t,150}$ is given in equation 2 in Table 14. $w_{t,150}$ in four different organic matter content classes as functions of the clay content are given (Figure 23). Note the parallellism of the lines.

As can be seen in Tables 14 and 15 and in the equation above, the other fractions have very little influence on $w_{t,150}$.

The following approximative formula may be used for memorizing:

$$w_{t,150} = 4.5 + 0.3 \text{ Clay}$$

The formula is based on equation 2 in Table 14, and the organic matter content is assumed to be 4 %, which is the median value for all mineral soils in the investigation (Table 33).

$w_{t,10}$. The influence of the clay content on $w_{t,10}$ can be seen in equation 1 in Table 16, and the corresponding regression line in Figures 24 and 55. R^2 is only 0.38, compared with 0.77 for $w_{t,150}$.

The "complete" equation

$$w_{t,10} = 0.26 \text{ Clay} + 0.34 \text{ Silt} + 0.11 \text{ Fine sand} \\ + 0.001 \text{ Coarse sand} + 1.47 \text{ Organic matter}$$

shows that for $w_{t,10}$ organic matter and silt are of much greater importance (Tables 16 and 17). The approximative formula

$$w_{t,10} = 16 + 0.3 \text{ Clay}$$

is based on equation 2 in Table 16.

$w_{t,1}$. For $w_{t,1}$ all fractions except coarse sand are of great importance, as is shown by the "complete" equation:

$$w_{t,1} = 0.24 \text{ Clay} + 0.41 \text{ Silt} + 0.22 \text{ Fine sand} \\ + 0.04 \text{ Coarse sand} + 1.96 \text{ Organic matter}$$

The relatively low importance of clay (compare with $w_{t,150}$ and $w_{t,10}$) is demonstrated also in Figure 25 and Tables 18 and 19.

The importance of organic matter is shown in Figure 26.

$w_{t,1}$ as a function of the clay content is also studied for the subsamples districts I and II and soils with a coarse-sandy character. The results are given in Figure 27 a, together with results from a similar Danish investigation on 84 sites (Rasmussen, 1981). Analogous results for the other districts and for soils with fine-sandy and silty characters and soils with high organic content are given in Figure 27 b-d.

Two approximative formulas are given:

$$w_{t,1} = 25 + 0.25 \text{ Clay}$$

based on equation 2 in Table 18, and

$$w_{t,1} = 22 + 0.4 \text{ Silt}$$

equation 2a in Table 20.

$w_{t,1} - w_{t,150}$, potential plant available water. The "complete" equation

$$w_{t,1} - w_{t,150} = -0.07 \text{ Clay} + 0.41 \text{ Silt} + 0.20 \text{ Fine sand} \\ + 0.02 \text{ Coarse sand} + 1.27 \text{ Organic matter}$$

shows that clay has a negative influence, and that silt and organic matter are of great importance. This is also shown in Tables 21 and 22. Two approximative formulas are given

$$w_{t,1} - w_{t,150} = 20.5 - 0.05 \text{ Clay}$$

based on the equation

$$w_{t,1} - w_{t,150} = 15.0 - 0.05 \text{ Clay} + 1.14 \text{ Organic matter} \\ (R^2 = 0.20), \text{ and}$$

$$w_{t,1} - w_{t,150} = 14 + 0.25 \text{ Silt}$$

based on the equation

$$w_{t,1} - w_{t,150} = 10.3 + 0.24 \text{ Silt} + 1.03 \text{ Organic matter} \\ (R^2 = 0.37)$$

7.4.6.2 Moisture content when sampling

The moisture contents when sampling for the three sublayers ($w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$ and $w_{a,L3}$) increase with the clay content up to 15 % clay, but no dependence is observed above this limit. In contrast, the moisture content for the sublayer below the seedbed bottom ($w_{a,LB}$) increases in the whole clay content interval (Figures 28 and 58). For clay contents above 20 %, $w_{a,LB}$ lies very close to $w_{t,10}$ (Figure 29, Tables 23 and 24). The influence of organic matter on moisture content when sampling is shown in Figure 30.

7.4.6.3 Content of plant available water when sampling

The content of plant available water when sampling ($w_u = w_a - w_{t,150}$) as a function of the clay content of the sublayers was studied (Figures 31 and 59). For visualizing the situations, depth curves for the following percentages of plant available water -6, 0, +6 and 12 % ($z_{w,u,-6}$, $z_{w,u,0}$, $z_{w,u,+6}$ and $z_{w,u,+12}$ respectively) have been constructed (Figure 32). $z_{w,u,+6}$ is here of special interest since it seems to be the minimum content of moisture necessary for good germination and emergence (Håkansson & von Polgár, 1976, 1983).

This curve has a minimum depth (2 cm) in soils with about 10 % clay. For soils with a clay content above 30 % it lies near the seedbed bottom. The amount of water in the whole seedbed is also expressed in mm plant available water (Figure 33). There is a maximum value of 5 mm at about 10 % clay. For soils with a clay content above 30 % it is about 0 mm independent of the clay content. In the 2 cm thick layer below the seedbed bottom there is normally 3-4 mm plant available water independent of the clay content.

The differences in moisture conditions in the seedbed for different subsamples are shown in Figure 34.

7.4.7 SOIL TEMPERATURE

The soil temperature at 20 cm depth, t , was measured at 136 sites (Table 26 and Figure 60), the median values being 8.9°C for mineral soils, and 7.5°C for organic soils.

7.4.8 AGGREGATE SIZE DISTRIBUTION

The percentage of aggregates <2 mm, 2-5 mm and >5 mm in the three sublayers of the seedbed ($x_{<2,L1} \dots x_{>5,L3}$) as a function of the clay content is shown in Figures 35 and 61-63. $x_{>5,L1}$ increases with the clay content up to a maximum of 60 % at 40 % clay content. Figure 36 shows how the percentage of aggregates >5 mm varies with depth and clay content. The differences between different subsamples are shown in Figure 37.

7.4.9 DEPTH PLACEMENT OF THE SEED

The determination of the depth placement of the seed is relatively rough, mainly because of limited sampling area, and few sublayers. In this report the depth placement is expressed in three forms. Firstly, in Table 29, and in Figures 38 and 65 the percentage of seeds in each sublayer is given. Secondly, in Table 30 and in Figures 39, 66 and 67 the median sowing depth is given. Thirdly, in Table 51 and in Figures 40, 41 and 68; a "sowing depth index", $s_i = 100 z_{s,50}/z_{b,m}$, is used.

7.4.10 CROP EMERGENCE

Emergence estimations were made by the farmers at 215 out of the 300 sites. On the mineral soils 76 % of the sites showed good emergence, 24 % less good or poor emergence - 16 % because of drought and 2 % because of crust formation (Table 31).

The farmers' estimations of the general risks of poor emergence because of drought and because of crust formation are given in Table 32, and in Figures 43 and 70. It appears that the risk of poor emergence because of drought generally is regarded to be relatively high on soils with clay content below 5 % and above 25 %. The risk of poor emergence because of crust formation is regarded to be relatively high on soils with 15-40 % clay.

7.5 SYNTHESIS

A simple model for the choice of sowing depth for cereals on different soils under Swedish weather conditions is presented (Figure 45). It is primarily based on the median values of the depth in the seedbed, at which the content of plant available water at sowing normally amounts to 6 %. Attention is also paid to the normal aggregation properties of the surface layer, and to the risks of poor emergence because of drought and crust formation on different soils.

On soils where the risk of poor emergence because of drought, and of crusting, is relatively low, a sowing depth of 4 cm is recommended. At clay contents below 5 % the sowing depth should, if the soil has coarse-sandy character, be increased to about 5 cm. On soils with a clay content above 25 %, having a low risk of crusting, the seed should be placed on the bottom of the seedbed, which should be located at a depth of 4-6 cm depending on actual moisture content and structure. On soils having a relatively high risk of crusting (fine sandy and silty soils with clay content between 15 and 40 %) the sowing depth should be decreased by 1-1.5 cm.

8. LITTERATURFÖRTECKNING

- Arrhenius, J. 1860. Handbok i svenska jordbruket, vol. 2, 1:a uppl. Uppsala. 304 s.
- Andersson, S. & Wiklert, P. 1960. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord XI: Studier av några markprofiler på Ultuna egendom. - Grundförbättring 12 (1959): Specialnummer 3.
- Andersson, S. & Wiklert, P. 1970. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord XX: Studier av några markprofiler i Norrland (Soil physical studies XX: Studies of some soil profiles in Norrland). - Grundförbättring 23:1/2, s. 3-76. English summary.
- Andersson, S. & Wiklert, P. 1972. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord XXIII: Om de vattenhållande egenskaperna hos svenska jordarter (Soil physical studies XXIII: Water-holding properties of Swedish soils). - Grundförbättring 25:2/3, s. 53-143. English summary.
- Anonymus. 1809. Korrt underrättelse om de förnämsta hittills uppgifne Sånings-Redskap. - Ny journal uti hushållningen, 1809, s. 180-187.
- Anonymus. 1820. Till hvilket djup måste frökornen nedläggas, för att alstra den fullkomligaste och ymnigaste gröda. - K. Sv. landtbruks-acad:s annaler 8:1, s. 211-217. (Övers. från tyska av C. Palmstedt från "Der Oesterreichische Lantwirt auf Reisen im In- und Auslande, bearb. von C. F. Thomann", Grätz 1819, s. 212-217).
- Begtrup, G. 1809. Fördelarne af Radsåning. - Ny journal uti hushållningen, 1809, s. 170-179. (Övers. från danska ur Nordisk Landvaesens og Landhuusholdings Magazin, 1802).
- Bjerkander, C. 1782. Anmärkningar gjorda 1782, huru länge säd, som ifrån och med 1 til och med 6 tum djupt utsåddes, låg i jorden förr än den begynte upkomma. - K. Vetensk. acad:s Nya Handlingar 3, s. 299-305. (Övers. till tyska i: K. Schwed. Akad. d. Wiss. Neue Abhandlungen 3, 1785, s. 289-295).
- Bjerketorp, A. 1982. Nedebörsstatistiska studier. - Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. f. lantbr. hydroteknik. Opublicerat material.
- Briggs, L. J. & Shants, H. L. 1912. The wilting coefficient for different plants and its indirect determination. - U. S. Dept. Agr. Bureau of Plant Industry. Bulletin 230.
- Bowen, H. D. 1966. Measurement of edaphic factors for determining planter specifications. - Trans. ASAE 9:5, s. 725-735.
- Brauner, J. 1772. Anmärkningar och rön vid såningssättet om våren till missväxts möjligaste förekommande. - K. Vetensk. acad:s Handlingar 33, s. 179-183. (Övers. till tyska i: K. Schwed. Akad. d. Wiss. Abhandlungen 34, 1776, s. 175-178).
- Breitfuss, J. 1954. Untersuchungen über die gleichmässige Tiefenlage der Saat von Rübensägeräten - Landtechn. Forsch. 4:3, s. 82-86.

- Buckingham, E. 1907. Studies on the movement of soil moisture. - U.S. Dept. Agr. Bureau of Soils. Bulletin 38. 61 s.
- Bågenholm, O. 1967. En inledande undersökning över sådd i praktiskt jordbruk. - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för arbetsmetodik och teknik. Examensarbete. 82 s.
- Cedell, T. 1981. Direktsådd av höstraps. Erfarenheter av fältförsök 1979-81. - Svensk Frötidning 50:12, s. 151-155.
- Cederlund, J. 1982. Kombinerad bearbetning och sådd (harvsådd). - Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 64. 54 s.
- Clos, H. J. 1810. Anmärkningar öfver drillplöjning. - Ny journal uti hushållningen, 1810, s. 165-169. (Övers. från engelska ur The Commercial, Agricultural and Manufacturer's Magazine).
- Collis-George, N. & Mellville, M. D. 1969. Comments on article by A. Hadas. - Agron. J. 61, s. 971-972.
- Dasberg, S. 1971. Soil water movement to germinating seeds. - J. exp. Bot. 22:73, s. 999-1008.
- Ekström, G. 1953. Åkermarkens matjordstyper. Cultivated soils (Surface soils). Atlas över Sverige, s. 63-64. English summary.
- Engström, L. 1974. Intervjuundersökning om extremt tidig sådd våren 1973 (A sampling study into extremely early sowing in Sweden in 1973). - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 37. 33 s. English summary.
- Eriksson, S. 1940. Några iakttagelser och synpunkter beträffande vårbruket i olika delar av landet. - K. Lantbruksakad. Tidskrift 79, s. 480-486.
- Eskeröd, A. 1973. Jordbruk under fem tusen år. Redskapen och maskinerna. Stockholm. 216 s.
- Feddes, R. A. 1971. Water, heat and crop growth. - Landbouwhogeschool, Wageningen. Meded. 71:12. 184 s.
- Gardner, W. R. & Fireman, M. 1958. Laboratory studies of evaporation from soil columns in the presence of a water table. - Soil Sci. 85, s. 244-249.
- Goldberger, A. S. 1964. Econometric theory. New York.
- von Greiff, H. 1802. Upgift af en ny myll-harf. - Ny journal uti hushållningen, 1802, s. 95-97.
- Grönevik, G. 1961. Jordbearbetning med jordfräs. - Jord-Gröda-Djur 17, s. 25-34.
- Grönevik, G. 1962. Bearbetning med jordfräs. - Grundförbättring 15:4, s. 304-315. Deutsche Zusammenfassung.
- Hadas, A. & Russo, D. 1974. Water uptake by seeds as affected by water stress, capillary conductivity, and seed-soil water contact. I: Experimental study; II: Analysis of experimental data. - Agron. J. 66, s. 643-647 resp. 647-652.

- Hadas, A. & Stibbe, E. 1977. Soil crusting and emergence of wheat seedlings. - *Agon. J.* 69, s. 547-550.
- Hall, D. G. M., Reeve, M. J., Thomasson, A. J. & Wright, V. F. 1977. Water retention, porosity and density of field soils. - *Soil Survey of England and Wales, Harpenden. Technical Monograph No. 9.*
- Hallgren, E. 1974. Groning och plantetablering hos vallväxter vid olika sådjup och vid olika markfuktighet (Germination and establishment of seeds of ley species at different soil depths and at different water supplies). - *Lantbrukshögskolan, Uppsala. Inst. för växtodling. Rapporter och avhandlingar 18.* 34 s. English summary.
- Heinonen, R. 1954. Multakerroksen kosteussuhteista suomen maalajeissa (Moisture conditions in Finnish topsoils). - *Agrogeologisia Julkaisuja N:o 62.* English summary.
- Heinonen, R. 1979. Soil management and crop water supply, 3rd ed. - *Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.* 106 s.
- Heinonen, R. 1982. Jordens igenslamning och förhårdnande. *Sveriges Lantbruksuniversitet. Speciella skrifter 12,* s. 1-24.
- Heinonen, R. & Huhtapalo, Å. 1968. Besvarade och obesvarade frågor om radmyllning och kvävegödsel. - *Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter,* 10. 13 s.
- Heinonen, R. & Huhtapalo, Å. 1978. Fertilizer placement for small grains. - *Univ. of Alberta, Edmonton. Dept. Agr. Eng. Seminar paper.* 13 s.
- Hellenius, C. N. 1801. Anmärkningar rörande det som i allmänhet vid utsädet å våra åkrar bör i akt tagas. *Dissertation, Åbo. Respondent: A. Nordgren.* 24 s.
- Henriksson, L. 1974. Studier av några jordbearbetningsredskaps arbetssätt och arbetsresultat (Studies of the mode of working and the working results of some tillage implements). *Diss. - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter,* 38. 144 s. English summary.
- Henriksson, L. 1979. Implement for seedbed preparation, an approach in performance studies. - *8th Conf. of ISTRO, Hohenheim 1979. Proc. 1,* s. 137-146.
- Hjelm, L. 1977. Från kungsladugård till lantbruksuniversitet. - *Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Allmänna skrifter 1.* 71 s.
- Holmes, J. W., Greacen, E. L. & Gurr, C. G. 1960. The evaporation of water from bare soils with different tilths. - *7th intern. Congr. of soil science, Madison 1960. Trans. 1,* s. 188-194.
- Holmgren, M. 1974. Småfröiga växters krav på såbädden. Några inledande modellförsök. - *Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Examensarbete.* 38 s.

- Huhtapalo, Å. 1978. Kombisådd av kväve och fosfor till vårsäd (Combi-drilling of nitrogen and phosphorus with spring cereals). - Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 56. 27 s. English summary.
- Huhtapalo, Å. 1981. Bandsådd - framtidens såteknik? - Lantbruksguiden 3.
- Huhtapalo, Å. 1982. Scandinavian principles for fertilizer placement. Utilization of fertilizer-N. - 9th Conf. of ISTRO, Osijek 1982. Proc., s. 669-674.
- Hurler, J. R. & Erickson, A. E. 1952. Relation of seed germination to soil moisture tension. - Agron. J. 44:3, s. 107-109.
- Hübinette, P. 1923. Uplandsallmogens liv och levnadsförhållanden i gången tid. Stockholm. 88 s. (Faksimiluppl. 1979).
- Håkansson, I. 1976. Demonstration av fält- och laboriemetodik för bestämning av packningsgraden i matjorden. - Samarbetsorg. f. fordon-markforskning, Stockholm. Rapport 19, s. 77-84.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. 1973. Försök åren 1969 och 1970 med en maskin för kombinerad såbäddsberedning och sådd /Svenska Sockerfabriks AB:s vårbruksmaskin/ (Experiments in the years 1969 and 1970 with a machine for combined seed bed preparation and sowing). - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 36. 26 s. English summary.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. 1976. Modellförsök med såbäddens funktion. I: Såbädden som skydd mot avdunstning (Model experiments into the function of the seedbed. I: The seedbed as a protective layer against drought). - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 46, 52 s. English summary.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. 1977. Modellförsök med såbäddens funktion. II: Försök med skiktade och oskiktade såbäddar (Model experiments into the function of the seedbed. II: Experiments with stratified and unstratified seedbeds). - Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 46. 22 s. English summary.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. 1979a. Effects on seedling emergence of soil slaking and crusting. - 8th Conf. of ISTRO, Hohenheim 1979. Proc. I, s. 115-120.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. 1979b. Modellförsök med såbäddens funktion. III: Försök med syrebrist i såbädden (Model experiments with oxygen deficiency in the seedbed). - Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 58. 17 s. English summary.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. 1983. Experiments on the effects of seedbed characteristics on seedling emergence in a dry weather situation. - Soil & Tillage Res. In manuscript.
- Håkansson, S. 1975. Grundläggande växtodlingsfrågor. I: Inflytande av utsädesmängden och utsädetts horisontella fördelning på utveckling och produktion i kortvariga växtbestånd. - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Inst. för växtodling. Rapporter och avhandlingar, 33. 192 s.

- Håkansson, S. 1979. Grundläggande växtodlingsfrågor. II: Faktorer av betydelse för plantetablering, konkurrens och produktion i åkerns växtbestånd. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Inst. för växtodling. Rapporter och avhandlingar, 72. 88 s.
- Håkansson, S. 1981. Primärdata. Opubl.
- Håkansson, S. 1982. Utsäde-Sådjup-Sådd. Några grundläggande sammanhang. Kompendium i växtodling. - Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Inst. för växtodling. 26 s.
- Johnson, W. H. & Buchele, W. F. 1961. Influence of soil granule size and compaction on rate of soil drying and emergence of corn. - Trans. ASAE 4:2, s. 170-174.
- Johnson, W. H. & Henry, J. E. 1964. Influence of simulated row compaction on seedling emergence and soil drying rates. - Trans. ASAE 7:3, s. 252-255.
- Johnston, J. 1963. Econometric methods, 1st ed. New York.
- Jordbruksstatistisk årsbok. 1972. Stockholm.
- Juhlin Dannfelt, H. 1913. Kungl. Lantbruksakademien 1813-1912. Stockholm. 263 s.
- Karamacharya, B. L. 1972. Length of coleoptiles and emergence of spring wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) (Koleoptilelengde og oppspiring hos sorter av vårvete). - Norges Landbrukshøgskole, Ås. Meldinger 51:28. 10 s. Norsk sammanfattning.
- Kaufmann, M. L. 1968. Coleoptile length and emergence in varieties of barley, oats, and wheat. - Can. J. Pl. Sci. 48, s. 357-361.
- Kritz, G. 1973. Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969-72. Maskinanvändningen på provplatserna. - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 34. 76 s.
- Kritz, G. 1976a. Såbäddens utformning på vårsådda fält III. Stickprovsundersökning 1969-72. Primärdata för 300 provplatser (Seed bed preparation and properties of the seed bed in spring sown fields in Sweden III. Sampling investigation 1969-72. Primary results from 300 investigated places). - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 44. 76 s. Swedish-English double text.
- Kritz, G. 1976b. Såbäddens utformning på vårsådda fält IV. Stickprovsundersökning 1969-72. En översiktlig studie av några viktiga faktorer (Seed bed preparation and properties of the seed bed in spring sown fields in Sweden IV. Sample investigation 1969-72. A general survey of some important factors). - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 49. 33 s. Swedish-English double text.
- Kritz, G. 1979. Physical conditions in the seedbed. A sampling investigation on spring-sown fields in Sweden. - 8th Conf. of ISTRO, Hohenheim 1979. Proc. I, s. 131-136.

- Kritz, G. 1980. Tabell gällande "Sådjup för stråsäd på olika jordar" (i intervjuartikel). - Lantmannen 101:13, s. 7.
- Kritz, G. & Håkansson, I. 1971. Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovundersökning 1969-70 (Investigation into seed bed preparation and properties of the seed bed on spring sown fields in Sweden, 1969-70). - Lantbruks-högskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 23. 43 s. English summary.
- Kuipers, H. 1970. The role of soil structural homogeneity in sugarbeet growing. - 33e Congrès d'hiver de l'Institut International de Recherches Betteravières, Bruxelles 1970.
- Kuuse, J. 1970. Från redskap till maskiner. - Göteborgs Univ. Ekonomisk-historiska inst. Meddelande 20. 140 s.
- Kylberg, L. H. 1910. Åkerjordens bearbetning, utgifven till tjänst för landtbruksskolor och själfstudium. Malmö. 224 s.
- Lagerholm, P. 1788. Swar på följande Kongl. Patriotiska sällskapets i Inrikes Tidningarne n:o 37 d. 11 maji 1786 utsatta fråga: Hvilka äro de orsaker (utom wäderlek), som i allmänhet mäst bidra till missväxter i vårt land? - Hushållnings journal 1788:juni, s. 471-499, 503-518.
- Leche, J. 1764. Tankar om sättet at förekomma den missväxt, som förorsakas af väta i sånings-tiden. - K. Vetensk. acad:s Handlingar 25, s. 67-75. (Övers. till tyska i: K. Schwed. Akad. d. Wiss. Abhandlungen 26, 1767, s. 72-79).
- Leuchovius, T. 1980. Sådd med pneumatisk transport av utsädet (Drilling by pneumatic transport of the seed). - Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Inst. för arbetsmetodik och teknik. Rapporter, 62, 68 s. English summary.
- Mayer, A. M. & Poljakoff-Mayber, A. 1978. The germination of seeds, 2nd ed. Oxford. 192 s.
- Mossberg, H. S. 1804. Beskrifning på en myll-harf, hwilken sedan åkern är tilbrukad går lätt efter et par dragare och myllar wäl ned den sådda säden. - Ny journal uti hushållningen 1804, s. 95-97, 1 pl.
- Motorbranschens registreringsstatistik. 1972. Registreringsstatistik, cit Traktor Journalen 24:11, s. 582.
- Möller, N. 1967. Studier av utsädet myllning vid sådd i praktiskt jordbruk. - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Inst. för arbetsmetodik och teknik. 54 s.
- Möller, N. 1975. Conventional coulters for small grain drilling. (Dissertation) - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Inst. för arbetsmetodik och teknik. Rapporter, 28. 164 s.
- Nielsen, D. R. & Shaw, R. H. 1958. Estimation of the 15-atmosphere moisture percentage from hydrometer data. - Soil Sci. 86:2, s. 103-105.
- Nilsson, N. M. 1977a. Vårbruk vid utebliven höstplöjning. - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 50, s. 4:1-4:5.
- Nilsson, N. M. 1977b. Olika bearbetningsintensiteter vid vårbruk. - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 50, s. 4:6-4:8.

- Nilsson, N. M. & Henriksson, L. 1968. Försök med harvning till vårsäd 1941-1959 (Field trials with harrowing to spring-sown cereals 1941-1959). - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 3. 29 s. English summary.
- Njøs, A. 1979. Aggregate size distribution in the seed bed: Effects on soil temperature, matric suction, and emergence of barley (*Hordeum vulgare* L.). A review of some research on clayey soils in south eastern Norway. - 8th Conf. of ISTRO, Hohenheim 1979. Proc. I, s. 121-129.
- Olsson, U. 1975. Redskap för såbäddsberedning; arbetssätt och arbetsresultat (Implements for seedbed preparation; studies of the mode of working and the working results). - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 40. 54 s. English summary.
- Olsson, U. 1978. Harvens konstruktion och harvningens utförande - inverkan på bearbetningsresultatet (Influence of harrow constructions and harrowing on tillage result). - Sveriges Lantbruksuniversitet. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 54. 28 s. English summary.
- Osvald, H. 1959. Åkerns nyttoväxter. Stockholm. 596 s.
- Partridge, M. 1973. Farm tools through the ages. Reading. 240 s.
- Penman, H. L. 1941. Laboratory experiments on evaporation from fallow soil. - J. agric. Sci., Camb. 31, s. 454-465.
- Persson, S. 1963. Nya metoder och maskiner vid jordens brukning. - Jord Gröda Djur 19, s. 175-195.
- Petersen, G. W., Cunningham, R. L. & Matelski, R. P. 1968. Moisture characteristics of Pennsylvania soils. I: Moisture retention as related to texture. - Proc. Soil Sci. Soc. Am. 32:2, s. 271-275.
- Pidgeon, J. D. 1972. The measurement and prediction of available water capacity of ferrallitic soils in Uganda. - J. Soil Sci. 23:4, s. 431-441.
- von Polgár, J. 1982. Efterredskap till såmaskiner spar energi. - Lantbruksnytt 1982:5.
- von Polgár, J. & Håkansson, I. 1977. Försök med vältning efter vårsädd. - Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Rapporter, 50, s. 9:1-9:2.
- Rasmussen, K. J. 1981. Såbedets tilstand i forårssæede marker. En stikprøveundersøgelse 1972-1974. - Statens Planteavlsvforsøg, Lyngby. Beretning S 1539. 120 s.
- Rodskjer, N. & Tuveson, M. 1976. Observations on soil temperature under short grass cover and in variously managed bare soils at Ultuna, Sweden, 1968-1972. - Swedish J. agric. Res. 6:4, s. 243-246.
- Runbom, J. 1813. Om åkerjordens beredande och fördelaktigaste tiden till höst- och vårsädens utsående. - Hushålls-tidning 1813:44.

- Salter, P. J., Williams, J. B. & Harrison, D. J. 1965. Effects of bulk organic manures on the available water capacity of a fine sandy loam. - *Exp. Hortic.* 13, s. 69-75.
- Salvius, L. 1741. *Beskrifning öfver Sveriget. Tom 1. Om Upland.* Stockholm. 370 s.
- Schultz-Klinken, K.-R. 1977. Ackerbausysteme des Saatfurchen- und Saatbettbaues in urgeschichtlicher und geschichtlicher Zeit sowie ihr Einfluss auf die Bodenentwicklung. - *Kunde N F 26/27, Hildesheim*, s. 5-68.
- Sintorn, J. 1974. Såbäddens ytutformning och vattenhalt. Några modellförsök med stråsäd. - *Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. för jordbearbetning. Examensarbete.*
- SMHI. 1969. Normalnederbörd. Normalmängd 1931-1960. Utgåva 2. - *Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, Stockholm. Klimatbyrån.*
- Snee, R. D. 1971. Design and analysis of mixture experiments. - *J. Quality Technology* 3:4, s. 159-169.
- Statistiska Centralbyrån. 1970/74. *Statistiska meddelanden (Statistical reports)* J 1970:61, J 1971:65, J 1972:54, J 1974:6 - *Statistiska Centralbyrån, Stockholm.*
- Straubel, R. 1943a. Zur Geometrie der Kugelpackungen I. - *Kolloid-Zeitschrift* 104:2/3, s. 167-180.
- Straubel, R. 1943b. Zur Geometrie der Kugelpackungen II. - *Kolloid-Zeitschrift* 105:3, s. 227-241.
- Straubel, R. 1944. Zur Geometrie der Kugelpackungen III. - *Kolloid-Zeitschrift* 106:2, s. 81-95.
- Suput, M. 1971. Effects of sowing depth on Bezostaia 1 and San Pastore wheat yields on chernozem. - *Arhiv za poljoprivredne nauke* 24:85, s. 37-44.
- Torstensson, G. & Nilsson, N. M. 1954a. Vårbrukets anpassning efter jordarten. - *Svenska Lantarbetsgivareföreningarnas Tidskrift* 1954:3, s. 49-54.
- Torstensson, G. & Nilsson, N. M. 1954b. Vårbruk på uppländska lerjordar. - *Försök och Undervisning 1954 (Uppsala läns Kungl. Hushållningssällskap)*, s. 57-63.
- Torstensson, G., Ohlsson, S. & Nilsson, N. M. 1954. Vältning av åkerjord. - *Kungl. Lantbruksakademiens Tidskrift* 93, s. 332-348.
- Wanjura, D. F. 1973. Effect of physical soil properties on cotton emergence. Prediction and quantitative description. - *U. S. Dept Agr. Techn. Bull.* 1481. 20 s.
- Wanjura, D. F., Buxton, D. R. & Stapleton, H. N. 1970. A temperature model for predicting initial cotton emergence. - *Agron. J.* 62, s. 741-743.
- Wallén, C. C. 1970. Klimatet och växtodlingen. S. 25-54 i *Växtodlingslära 1: Marken, 10:e uppl. (J. Eriksson et al.).*
- Westbeck, S. 1755. Et sätt at göda och så vigare än med sånings machin. - *K. Sv. vetensk. acad:s Handlingar* 16, s. 55-59. (Övers. till tyska i: *K. Schwed. Akad. d. Wiss. Abhandlungen* 17, 1757, s. 55-58).

- Wiklert, P. 1964. Studier av vissningsgränsen. En modifierad odlingsmetod. Texturell och strukturell vissningsgräns. Upptagningsgräns. - Grundförbättring 17:1, s. 1-100.
- Wonnacott, T. H. & Wonnacott, R. J. 1981. Regression: A second course in statistics. New York.
- Zachrisson, A. 1920. Åkerbruksredskap och jordens bearbetning i Skåne 1800-1914. - Skånska Hushållningssälls., Lund. 131 s.

9. TABELLAPPENDIX

Tabell 33. Fördelningskaraktistika för halterna ler, mjäla, mo, sand och mullsubstans på 284 provplatser med mineraljordar. - Distribution statistics for the contents of clay (<0.002 mm), silt (0.002-0,02 mm) fine sand (0.02-0.2 mm), coarse sand (0.2-2 mm) and organic matter at 284 sites with mineral soils.

Karakteristika	Ler	Mjäla	Mo	Sand	Mull- substans
Statistics	Clay	Silt	Fine sand	Coarse sand	Organic matter
Maximum Maximum	66	63	86	75	19
3:e kvartil 3rd quartile	33	29	42	32	5
Median Median	20	20	34	19	4
1:a kvartil 1st quartile	10	11	22	4	3
Minimum Minimum	2	1	6	0	1

Tabell 34. Fördelningskaraktistika för halterna ler, mjäla, mo, sand och mullsubstans för alla aktuella provplatser med mineraljordar och för områdena I-V. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for the contents of clay (<0.002 mm), silt (0.002-0.02 mm), fine sand (0.02-0.2 mm), coarse sand (0.2-2 mm) and organic matter for all sites studied with mineral soils and districts I-V. The number of sites is given in parentheses.

	Karakteristika Statistics	Område District					Alla platser All sites (284)
		I (44)	II (53)	III (57)	IV (80)	V (50)	
Ler Clay	Maximum	39	39	47	66	42	66
	Maximum						
	3:e kvartil 3rd quartile	18	17	35	47	24	33
	Median	14	10	23	37	17	20
	Median					
	1:a kvartil 1st quartile	8	6	11	27	11	10
	Minimum	3	2	4	8	5	2
	Minimum						
Mjåla Silt	Maximum	25	35	47	49	63	63
	Maximum						
	3:e kvartil 3rd quartile	14	19	30	30	41	29
	Median	11	11	24	27	30	20
	Median					
	1:a kvartil 1st quartile	7	6	10	22	18	11
	Minimum	3	1	4	5	4	1
	Minimum						
Mo Fine sand	Maximum	60	86	86	81	84	86
	Maximum						
	3:e kvartil 3rd quartile	41	43	53	34	52	42
	Median	37	35	34	28	35	34
	Median					
	1:a kvartil 1st quartile	32	30	20	16	27	22
	Minimum	17	15	11	6	7	6
	Minimum						
Sand Coarse sand	Maximum	69	75	64	48	40	75
	Maximum						
	3:e kvartil 3rd quartile	43	46	18	7	10	32
	Median	34	35	8	3	5	9
	Median					
	1:a kvartil 1st quartile	25	14	4	2	3	4
	Minimum	16	4	1	0	0	0
	Minimum						
Mull- substans Organic matter	Maximum	6	10	13	12	19	19
	Maximum						
	3:e kvartil 3rd quartile	4	5	5	4	6	5
	Median	3	4	4	3	4	4
	Median					
	1:a kvartil 1st quartile	2	3	3	2	4	3
	Minimum	1	2	2	1	2	1
	Minimum						

Tabell 35. Jordarnas karaktär på undersökta provplatser inom regioner beskrivna av Ekström (1953); jfr figur 1. Medelvärden. - Soil character at investigated sites in different regions described by Ekström (1953); compare Figure 1. (Average values; ISSS particle size limits.).

Karakterisering enligt Ekström Characterisation according to Ekström		Kornstorleksfördelning på undersökta platser Particle size distribution at investigated sites							
Region- nummer	Karaktär	Ler- halts- klass	Ler	Mjäla	Mo	Sand	Mull- halt	Anta- let prov- platser	Område
Region number	Character	Clay content class %	Clay %	Silt %	Fine sand %	Coarse sand %	Organic matter %	Number of sites	District
19	morän	15-19	17	16	39	26	3	7	I
	till	20-24	22	15	35	26	3	8	
21	morän	10-14	13	10	30	43	5	6	II
	till	15-19	18	23	24	30	5	1	
15	grovmo	15-19	16	11	52	17	4	7	III
	fine sand ²	20-24	22	19	41	13	5	4	
13	finmo	20-24	23	36	34	4	5	2	
	fine sand ¹	25-29	27	25	40	5	4	2	
8 & 9	mjäla silt	25-29	28	37	23	5	7	4	
11	mjäla silt	35-39	37	41	13	6	5	2	
10	mjäla/mo	5-9	7	17	59	13	3	9	V
	silt/fine	10-14	12	33	45	5	5	13	
	sand	15-19	17	36	34	6	7	7	
25	morän	15-19	18	26	30	19	7	1	
	till	20-24	20	23	23	28	6	1	
		25-29	26	33	22	14	5	3	

1) mostly 0.06-0.02 mm 2) mostly 0.2-0.6 mm.

Tabell 36. Jordarnas karaktär på undersökta provplatser inom regioner beskrivna av Ekström (1953); jfr figur 1. Medelvärden. - Soil character at investigated sites in different regions described by Ekström (1953); compare Figure 1. (Average values; ISSS particle size limits.).

Karakterisering enligt Ekström Characterisation according to Ekström			Kornstorleksfördelning på undersökta platser Particle size distribution at investigated sites					
Ler- halts- klass Clay con- tent class %	Region nummer Region number	Karaktär Character	Ler Clay %	Mjåla Silt %	Mo Fine sand %	Sand Coarse sand %	Mull- halt Orga- nic matter %	Antalet prov- platser Number of sites %
5-9	10	mjåla/mo silt/fine sand	7	17	59	13	3	9
10-14	21	morån till	13	10	30	43	5	6
	10	mjåla/mo silt/fine sand	12	13	45	5	5	13
15-19	19	morån till	17	16	39	26	3	7
	21	morån till	18	23	24	30	5	1
	25	morån till	18	26	30	19	7	1
	15	grovmo fine sand ²	16	11	52	17	4	7
	10	mjåla silt	17	36	34	6	7	7
20-24	19	morån till	22	15	35	26	3	8
	25	morån till	20	23	23	28	6	1
	15	grovmo fine sand ²	22	19	41	13	5	4
	13	finmo fine sand ¹	23	36	34	4	5	2
25-29	25	morån till	26	33	22	14	5	3
	13	finmo fine sand ¹	27	25	40	5	4	2
	8 & 9	mjåla silt	28	37	23	5	7	4
35-39	11	mjåla silt	37	41	13	6	5	2

1) mostly 0.06-0.02 mm 2) mostly 0.2-0.6 mm.

Tabell 37. Procentuell fördelning på gårdsstorleksgrupper, dels av provplatserna, dels av Sveriges åkerareal 1972 (Jordbruksstatistisk årsbok, 1972). - Percentage distribution of farm size groups both with regards to the sites studied and to the Swedish arable area in 1972 (Jordbruksstatistisk årsbok, 1972).

Gårdsstorlek, Farm size ha	Provplatserna 1969-1972 Investigation sites 1969-1972 %	Sveriges åkerareal 1972 Swedish arable area 1972 %
< 50	57	66
50 - 100	26	18
> 100	17	16
Summa Sum	100	100

Tabell 38. Absolut och relativ fördelning på olika märken, dels av stickprovsundersökningens traktorbestånd, dels av Sveriges hela traktorbestånd 1971 (Motorbranschens registreringsstatistik, 1972). - Absolute and relative distribution of different tractor makes, both with regard to the tractor number in the sampling investigation, as well as to the total number of tractors in Sweden 1971 (Motorbranschens registreringsstatistik, 1972).

Märke Make	Traktorer i stickprovsundersökningen 1969-1972 Tractors in the sampling investigation 1969-1972		Traktorer i Sverige 1971-12-31 Tractors in Sweden 1971-12-31	
	Antal Number	%	Antal Number	%
BM-Volvo	334	51	95 773	39
MF	130	20	75 072	31
Ford	68	10	26 993	11
IH	49	7	12 031	5
Övriga Others	79	12	33 962	14
Summa Sum	660	100	243 831	100

Tabell 39. Karakteristika för fördelningarna av uppmätt djup hos såbädden, $z_{b,m}$, i cm för alla aktuella provplatser och områdena I-V. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for measured depth of the seedbed, $z_{b,m}$, in cm for all sites studied and districts I-V. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Område District					Alla platser All sites
	I (44)	II (53)	III (57)	IV (80)	V (50)	
Maximum Maximum	9,3	8,0	8,4	8,0	8,5	9,3
3:e kvartil 3rd quartile	6,4	6,5	6,7	6,3	6,4	6,3
Median Median	5,7	5,6	5,8	5,3	5,6	5,6
1:a kvartil 1st quartile	4,5	4,8	5,3	4,6	4,3	4,8
Minimum Minimum	3,3	2,8	3,4	3,1	2,6	2,6

Tabell 40. Karakteristika för fördelningarna av lagergränsernas djuplägen, mellan lager 1 och 2 samt mellan lager 2 och 3, i cm på mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for the positions of the depth limits between sublayers 1 and 2, and between sublayers 2 and 3 in cm at mineral soils and organic soils. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar (284) Mineral soils		Organogena jordar (15) Organic soils	
	Lager Sublayer 1/2	Lager Sublayer 2/3	Lager Sublayer 1/2	Lager Sublayer 2/3
Maximum Maximum	3,9	7,5	4,3	7,3
3:e kvartil 3rd quartile	2,3	4,2	2,7	5,2
Median Median	2,0	3,6	2,2	4,4
1:a kvartil 1st quartile	1,6	3,1	1,7	3,3
Minimum Minimum	0,7	1,6	1,3	2,4

Tabell 41. Karakteristika för fördelningarna av vattenhalter i viktprocent vid de vattenavförande trycken 1, 10 och 150 m vattenpelare, $w_{t,1}$, $w_{t,10}$, respektive $w_{t,150}$, på mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for moisture content in per cent by weight at the matric tensions 1, 10 and 150 m water column, $w_{t,1}$, $w_{t,10}$ and $w_{t,150}$ respectively in mineral and organic soils. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar (275) Mineral soils			Organogena jordar (14) Organic soils		
	$w_{t,1}$	$w_{t,10}$	$w_{t,150}$	$w_{t,1}$	$w_{t,10}$	$w_{t,150}$
Maximum Maximum	69,5	59,8	27,2	168,1	149,8	114,8
3:e kvartil 3rd quartile	35,9	28,4	13,8	149,8	129,5	62,2
Median Median	29,7	22,8	10,0	127,8	103,7	51,2
1:a kvartil 1st quartile	24,2	16,2	7,0	98,8	76,5	38,2
Minimum Minimum	7,4	5,3	2,4	70,6	61,4	25,4

Tabell 42. Karakteristika för fördelningarna av vattenhalter i viktprocent vid det vattenavförande trycket 150 m v p, $w_{t,150}$, för alla aktuella provplatser och mullhaltsintervallen 1-2, 3-4, 5-6 och 7-20 %. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for moisture contents in per cent by weight at the matric tension 150 m w c, $w_{t,150}$, for all sites studied and organic matter intervals 1-2, 3-4, 5-6 and 7-20 %. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Mullhaltsintervall Organic matter intervals				Alla platser All sites
	1-2 % (45)	3-4 % (140)	5-6 % (63)	7-20 % (27)	(275)
Maximum Maximum	21,2	27,2	25,8	27,2	27,2
3:e kvartil 3rd quartile	13,3	12,0	15,1	20,1	13,8
Median Median	7,0	9,0	10,9	16,0	10,0
1:a kvartil 1st quartile	5,3	6,8	8,8	13,7	7,0
Minimum Minimum	2,4	4,2	6,0	7,2	2,4

Tabell 43. Karaktäristika för fördelningarna av vattenhalter i viktprocent vid det vattenavförande trycket 150 m v p, $w_{t,150}$, för alla aktuella provplatser och områdena I-V. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for moisture contents in per cent by weight at the matric tension 150 m w c, $w_{t,150}$, for all sites studied and districts I-V. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Område District					Alla platser All sites
	I (44)	II (52)	III (56)	IV (73)	V (50)	
Maximum Maximum	16,6	23,4	21,9	27,2	17,3	27,2
3:e kvartil 3rd quartile	9,0	10,1	14,8	18,4	12,7	13,8
Median Median	7,3	7,8	10,8	14,8	9,7	10,0
1:a kvartil 1st quartile	5,9	6,3	7,3	11,2	7,4	7,0
Minimum Minimum	2,4	3,6	4,8	5,8	4,5	2,4

Tabell 44. Karakteristika för fördelningarna av vattenhalter i viktprocent vid det vattenavförande trycket 1 m v p, $w_{t,1}$, för alla aktuella provplatser och mullhaltsintervallen 1-2, 3-4, 5-6 och 7-20 %. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for moisture contents in per cent by weight at the matric tension 1 m w c, $w_{t,1}$, for all sites studied and organic matter intervals 1-2, 3-4, 5-6 and 7-20 %. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Mullhaltsintervall Organic matter intervals				Alla platser All sites
	1-2 % (45)	3-4 % (140)	5-6 % (63)	7-20 % (27)	
Maximum Maximum	41,7	69,5	47,6	64,6	69,5
3:e kvartil 3rd quartile	29,7	33,9	38,5	47,8	35,9
Median Median	25,0	28,9	34,6	41,9	29,7
1:a kvartil 1st quartile	18,7	23,5	28,8	36,4	24,2
Minimum Minimum	7,5	15,5	20,7	27,6	7,5

Tabell 45. Karakteristika för fördelningarna av vattenhalter i viktprocent vid det vattenavförande trycket 1 m v p , $w_{t,1}$, för alla aktuella provplatser och områdena I-V. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for moisture contents in per cent by weight at the matric tension 1 m w c , $w_{t,1}$, for all sites studied and districts I-V. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Område District					Alla platser All sites
	I (44)	II (52)	III (56)	IV (73)	V (50)	
Maximum Maximum	33,6	47,3	57,2	69,5	64,6	69,5
3:e kvartil 3rd quartile	24,2	29,5	36,4	36,5	41,7	35,9
Median Median	21,7	25,7	30,4	33,3	37,4	29,7
1:a kvartil 1st quartile	18,7	22,2	26,2	28,7	34,1	24,2
Minimum Minimum	7,5	12,6	20,2	22,2	22,5	7,5

Tabell 46. Karakteristika för fördelningarna av innehållet av växttillgängligt vatten i viktprocent i lager 1, 2 och 3 samt i bottenlagret, $w_{u,L1}$, $w_{u,L2}$, $w_{u,L3}$ respektive $w_{u,LB}$ för mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for the content of plant available water when sampling in per cent by weight in sublayers 1, 2, 3 and in bottom layer, $w_{u,L1}$, $w_{u,L2}$, $w_{u,L3}$ and $w_{u,LB}$ respectively, in mineral and organic soils. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar (275) Mineral soils				Organogena jordar (14) Organic soils			
	$w_{u,L1}$	$w_{u,L2}$	$w_{u,L3}$	$w_{u,LB}$	$w_{u,L1}$	$w_{u,L2}$	$w_{u,L3}$	$w_{u,LB}$
Maximum Maximum	26,6	32,1	38,8	46,0	66,5	111,0	113,4	142,1
3:e kvartil 3rd quartile	6,8	10,9	13,7	18,1	53,5	68,6	81,2	105,9
Median Median	1,7	5,7	7,8	13,5	22,5	40,8	55,3	72,5
1:a kvartil 1st quartile	-2,9	1,1	4,3	10,3	3,3	17,9	27,6	50,1
Minimum Minimum	-16,3	-9,9	-5,0	1,4	-25,9	-6,8	1,3	27,7

Tabell 47. Karakteristika för fördelningarna av andelen aggregat större än 5 mm i lager 1, $x_{>5,L1}$, för alla aktuella provplatser och område I-V. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for percentage of aggregates >5 mm in sublayer 1, $x_{>5,L1}$, for all sites studied and districts I-V. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Område District					Alla platser All sites (283)
	I (45)	II (55)	III (57)	IV (91)	V (51)	
Maximum Maximum	97	85	92	81	73	97
3:e kvartil 3rd quartile	55	51	68	63	46	60
Median Median	40	38	50	51	38	44
1:a kvartil 1st quartile	29	25	34	35	31	33
Minimum Minimum	4	7	12	5	14	4

Tabell 48. Karakteristika för fördelningarna av den procentuella andelen kärnor i lager 3, s_{L3} , för alla aktuella provplatser och områdena I-V. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for the percentage of seeds in sublayer 3, s_{L3} , for all sites studied and districts I-V. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Område District					Alla platser All sites (272)
	I (44)	II (51)	III (57)	IV (73)	V (47)	
Maximum Maximum	95	100	100	100	96	100
3:e kvartil 3rd quartile	78	89	90	92	73	88
Median Median	61	80	77	79	54	74
1:a kvartil 1st quartile	39	61	63	57	28	52
Minimum Minimum	1	24	14	16	6	1

Tabell 49. Karakteristika för fördelningarna av mediansådjup i cm, $z_{S,50}$, för alla aktuella provplatser och områdena I-V. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for median sowing depth in cm, $z_{S,50}$, for all sites studied and districts I-V. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Område District					Alla platser All sites
	I (44)	II (51)	III (57)	IV (73)	V (47)	
Maximum Maximum	6,9	6,2	6,3	6,4	6,5	6,9
3:e kvartil 3rd quartile	4,5	4,9	5,1	4,8	4,5	4,7
Median Median	3,6	4,2	4,3	4,1	3,4	4,1
1:a kvartil 1st quartile	2,9	3,5	3,6	3,4	2,9	3,3
Minimum Minimum	1,7	2,2	2,2	2,0	1,7	1,7

Tabell 50. Karakteristika för fördelningarna av bedömt sådjup, $z_{S,e}$, i cm för alla aktuella provplatser och områdena I-V. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for estimated sowing depth, $z_{S,e}$, in cm for all sites studied and districts I-V. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Område District					Alla platser All sites
	I (33)	II (47)	III (56)	IV (71)	V (44)	
Maximum Maximum	10	10	12	15	10	10
3:e kvartil 3rd quartile	5,8	5,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Median Median	4,5	5,0	5,5	6,0	5,5	5,0
1:a kvartil 1st quartile	3,5	4,0	5,0	5,0	4,6	4,5
Minimum Minimum	2	3	3	3	2,5	2

Tabell 51. Karakteristika för fördelningarna av sådjupsindex, s_i , på mineraljordar och organogena jordar. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for the sowing depth index, s_i , in mineral and organic soils. The number of sites is given in parenthesis.

Karakteristika Statistics	Mineraljordar (272) Mineral soils	Organogena jordar (15) Organic soils
Maximum Maximum	89	86
3:e kvartil 3rd quartile	79	82
Median Median	76	80
1:a kvartil 1st quartile	68	68
Minimum Minimum	30	52

Tabell 52. Karakteristika för fördelningarna av sådjupsindex, s_i , för alla aktuella provplatser och områdena I-V. Antalet provplatser anges inom parentes. - Distribution statistics for sowing depth index, s_i , for all sites studied and districts I-V. The number of sites is given in parentheses.

Karakteristika Statistics	Område District					Alla platser All sites
	I (44)	II (51)	III (57)	IV (73)	V (47)	
Maximum Maximum	84	83	89	80	85	89
3:e kvartil 3rd quartile	77	79	80	82	78	79
Median Median	72	77	75	78	72	76
1:a kvartil 1st quartile	60	71	71	73	60	68
Minimum Minimum	30	43	30	43	30	30

10. FIGURAPPENDIX

KORTTYP: 1	1	BRUKARE:	LÄTTBRUKAD PÅ GÅRD
IDENT: []	2-8		FÖRSÖKSAVD. FÖR
DATE: []	10-13	ADRESS:	JORDBEARBETNING
KOORD: []	14-27		UNDERSÖKNING AV SÅBÄDDEN
PERSONKATEGORI: Är Ni	29	KORTTYP: 2	1
ägare/brukare 1	A	ARBETSOPERATIONER UNDER VÅRBRUKET:	
familjemedlem 2		IDENTIFIKATION: Se korttyp 1	2-8
anställd 3		KORTNUMMER: []	9
GÅRDSSTORLEK:	31	DAG:	ARBETE:
<25 ha 1	B	[] 11-14	[] 15-17
25-50 ha 2		[] 20-23	[] 24-26
50-100 ha 3		[] 29-32	[] 33-35
100-200 ha 4		[] 38-41	[] 42-44
>200 ha 5		[] 47-50	[] 51-53
FÄLTSTORLEK:	33	[] 56-59	[] 60-62
<2 ha 1	C	[] 65-68	[] 69-71
2-10 ha 2			
>10 ha 3			
JORDART:	35	KÖRTID i sek. (1 dec.)	VÄLTNING: Avser Ni att
lerfattig jord 1		[] m	välta efter sådd? 80
lerig jord 2		[] 74-76	nej 0
LL, LML 3			ja 1
SML, SL, WSL 4			vet ej 9
MULLHALT:	37	KORTTYP: 3	1
mf, mmh 1		IDENTIFIKATION: Se korttyp 1	2-8
mr, mmr 2		KORTNUMMER:	9
org. jord 3		MARKYTA:	
MEK.ANALYS: Stansn. se spec.1.	38-61	BEARB.DJUP: cm	
LUFTRYCK: Har lufttrycket		BEARB.BOTTEN: högsta punkt, cm	
i traktorhjulens ändrats in-		lägsta punkt, cm	
för eller under vårbruket?	62	nivåskillnad, cm	12-14
nej 1		LAGER 1: >5 mm, dl	15-18
ja, ökats 2		2-5 mm, dl	20-22
ja, minskats 3		<2 mm, dl	23-24
GRÖDA: []	63-65	antal kärnor	25-26
Antal kort av korttyp 3	67	LAGER 2: >5 mm, dl	27-28
BRUKN.EGENSK: Anser Ni att	68	2-5 mm, dl	29-30
jorden varit lättbrukad 1	D	<2 mm, dl	31-32
normal 2		antal kärnor	33-34
svårbrukad 3		LAGER 3: -5 mm, dl	35-36
GROVLEK: Anser Ni att så-	59	2-5 mm, dl	37-38
bädden är, fin 1	E	<2 mm, dl	39-40
normal 2		antal kärnor	41-42
grov 3		VATTENHALT: Stansning se spec.	43-44
VATTENHALT: Anser Ni att	70	lista	45-46
såbädden är, torr 1	F	Jordprover f. vattenhaltsbest.	47-62
normal 2		lager 1	
fuktig 3		lager 2	
SKATTN. AV BEARB.DJUP:		lager 3	
Vilket genomsnittligt		bearb.botten	
bearb.djup tror Ni att	71-73	AVSUGNING: Stansning se spec.	
Ni fått (cm, 1 dec)? []		lista	63-74
SKATTN. AV SÅDJUP:		Jordprover för avsugning	
Vilket genomsnittligt		ANVISNING: Markyta: 1 dec.	
sådjup tror Ni att Ni	74-76	Bearb.djup: 2 dec.	
fått (cm, 1 dec)? []		Bearb.botten: 1 dec.	

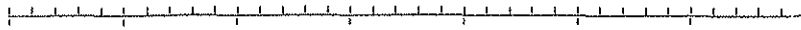
Figur 46a. Fältprotokoll.

PART 1 GENERAL INFORMATION		1	NAME	LANTBRUKSHÖGSKOLAN			
IDENTIFICATION		2-8	FÖRSÖKSAVD. FÖR				
DATE		10-13	JORDBEARBETNING				
MAP REF.		14-27	UNDERSÖKNING AV SÅBÄDDEN				
PERSON INTERVIEWED		29	PART 2				
Farmer	1	A	TILLAGE OPERATIONS				
Member of his family	2						
Employed person	3						
FARM SIZE	31		DATE	OPERATION	IMPLEMENT	TRACTOR	
<25 ha	1	B	11-14		15-17	18-19	
25-50 ha	2		20-23		24-26	27-28	
50-100 ha	3		29-32		33-35	36-37	
100-200 ha	4		38-41		42-44	45-46	
>200 ha	5		47-50		51-53	54-55	
FIELD SIZE	33		56-59		60-62	63-64	
< 2 ha	1	C	65-68		69-71	72-73	
2-10 ha	2		SPEED AT SOWING		IS ROLLING PLANNED AFTER		
>10 ha	3		Distance	Time	SOWING ?	80	
FIELD ESTIMATION OF CLAY CONTENT	35		<input type="checkbox"/> m	<input type="checkbox"/> 74-76	No	0	
<5 %	1				Yes	1	
5-15 %	2				Don't know	9	
15-30 %	3		PART 3			3	
>30 %	4		MEASUREMENTS			1	
FIELD ESTIMATION OF ORGANIC CONTENT	37		MEASUREMENT NUMBER	1	2	3	4
< 6 %	1		SOIL SURFACE Highest point, cm				
6-20 %	2		Lowest point, cm				
>20 %	3		Difference, cm				12-14
INFLATION PRESSURE IN THE TRACTOR TIRES	38-61		DEPTH OF SEEDBED, cm				15-18
			BOTTOM OF SEEDBED Highest point, cm				
			Lowest point, cm				
			Difference, cm				20-22
			SUBLAYER 1 >5 mm, dl				23-24
			2-5 mm, dl				25-26
			<2 mm, dl				27-28
			Number of seeds				29-30
CROP	63-65		SUBLAYER 2 >5 mm, dl				31-32
			2-5 mm, dl				33-34
			<2 mm, dl				35-36
			Number of seeds				37-38
TILLAGE PROPERTIES OF SEEDBED	68	D	SUBLAYER 3 >5 mm, dl				39-40
Easy to till	1		2-5 mm, dl				41-42
Normal for the site	2		<2 mm, dl				43-44
Difficult	3		Number of seeds				45-46
CONDITIONS IN SEEDBED AT SOWING, STRUCTURE	69	E	ID.-NUMBERS OF SAMPLES FOR				47-62
Fine	1		MOISTURE DETERMINATION				
Normal for the site	2		Sublayer 1				
Coarse	3		Sublayer 2				
CONDITIONS IN SEEDBED AT SOWING, MOISTURE	70	F	Sublayer 3				
Dry	1		Bottom of seedbed				
Normal for the site	2						
Wet	3						
DEPTH OF SEEDBED * cm	71-73		NUMBERS OF SOIL SAMPLES FOR				63-74
			PARTICLE SIZE ANALYSIS AND				
SOWING DEPTH * cm	74-76		DETERMINATION OF MOISTURE				
			CHARACTERISTICS				

* Estimated by person interviewed

Figure 46b. Field record form.

UPPLYSNINGAR RÖRANDE PROVPLATSEN

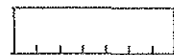
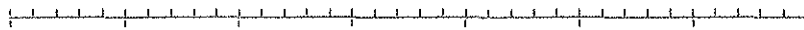


Sådd

Regndagar och dag för första uppkomst markeras på tidslinjen ovan. X för regndag. (Även små regn räknas.) ↑ vid dag för första uppkomst.

<p>1) <u>Vältning</u></p> <p>Har fältet blivit vältat?</p> <p>Ja <input type="checkbox"/></p> <p>Nej <input type="checkbox"/></p> <p>Om ja, angiv datum.....</p>	<p>2) <u>Bedömning av uppkomsten i år</u></p> <p>a) Uppkomsten bedömdes den / och var G</p> <p>God och jämn 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Mindre god 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Dålig 3 <input type="checkbox"/></p> <p>b) Frågor att besvaras om uppkomsten är mindre god eller dålig</p> <p>Vad beror den sämre uppkomsten på? H</p> <p>Torka 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Skorpbildn. 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Annan orsak 3 <input type="checkbox"/></p> <p>Har plantornas uppkomst varit samtidig? I</p> <p>Ja 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Nej 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>3) <u>Vad har Ni för erfarenhet av uppkomsten under tidigare år på provplatsen?</u></p> <p>a) Hur stor är risken för dålig uppkomst genom torka? J</p> <p>Ingen 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Liten 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Måttlig 3 <input type="checkbox"/></p> <p>Stor 4 <input type="checkbox"/></p> <p>b) Hur stor är risken för dålig uppkomst genom skorpbildning? K</p> <p>Ingen 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Liten 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Måttlig 3 <input type="checkbox"/></p> <p>Stor 4 <input type="checkbox"/></p>
--	---	--

TIME AXIS FOR MARKING OF DATES FOR SOWING, EMERGENCE AND RAINFALL



IDENTIFICATION

<p>1) <u>Has rolling been carried out?</u></p> <p>Yes <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Date.....</p>	<p>2) <u>Crop emergence at the site this year</u></p> <p>a) Good G 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Less good 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Poor 3 <input type="checkbox"/></p> <p>b) If not good, why? H</p> <p>Drought 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Crust information 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Other reasons 3 <input type="checkbox"/></p> <p>c) Uniformity of emergence in time I</p> <p>Simultaneous emergence 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Not simultaneous emergence 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>3) <u>Earlier experiences at the site</u></p> <p>a) Risk of poor emergence because of drought J</p> <p>None 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Low 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Moderate 3 <input type="checkbox"/></p> <p>High 4 <input type="checkbox"/></p> <p>b) Risk of poor emergence because of crust formation K</p> <p>None 1 <input type="checkbox"/></p> <p>Low 2 <input type="checkbox"/></p> <p>Moderate 3 <input type="checkbox"/></p> <p>High 4 <input type="checkbox"/></p>
--	--	--

Figur 47. Svarskort. - Answer card.

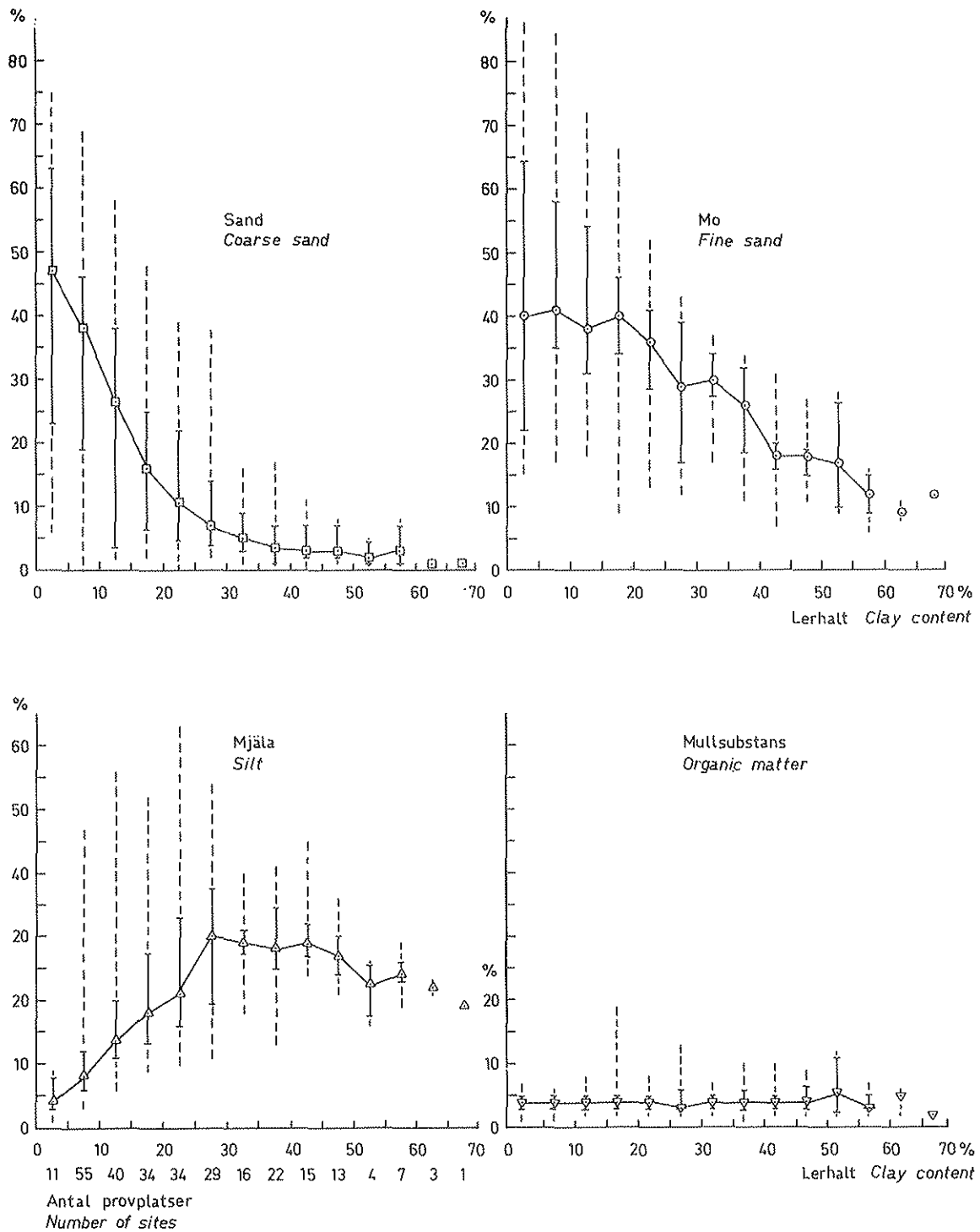
① PN * 71 13106 SLÖNGE		② MO LL		③ KORN		④ KOORD 6307950/1309050		⑤ DIV UPPG ABC 13		⑥ INTERVJU DEF 122					
⑦ ARBETSOPR		⑧ NEDERB		MÄTNINGAR I VARJE LAGER				⑬ VATTEN-		⑭ BEARB DJUP		⑮ SÄD DJUP		⑯ OJÄMNHET	
DATUM	OPR	KOD	SÄDD	LAGER	⑨ TJOCKL	⑩ AGGR FÖRD	⑪ 0/0	⑫ UT-	⑫ VH	HÄLLANDE	CM	CM	CM	CM	CM
04-16	LÄTT	321	3-4			-2	2-5	5- MM		MVP	0/0				
04-16	HARVN	331	7												
04-20	KGÖDS	612	16 UPPK	LAGER1	1,5	11	11	78	2	5,0	1	19,6			
04-22	HARVN	331			2	1,5	32	22	46	31	7,5	10	12,7		
04-23	SÄDD	732			3	1,4	50	22	28	164	12,2	150	6,1		
04-26	VÄLTN	502		BOTTEN							16,5				

⑰ L15 MJ11 M037 SA35 MUZ
⑱ HAST V SÄDD - KM/H
⑲ GOD O JÄMN UPPKOMST GHIJK 10020

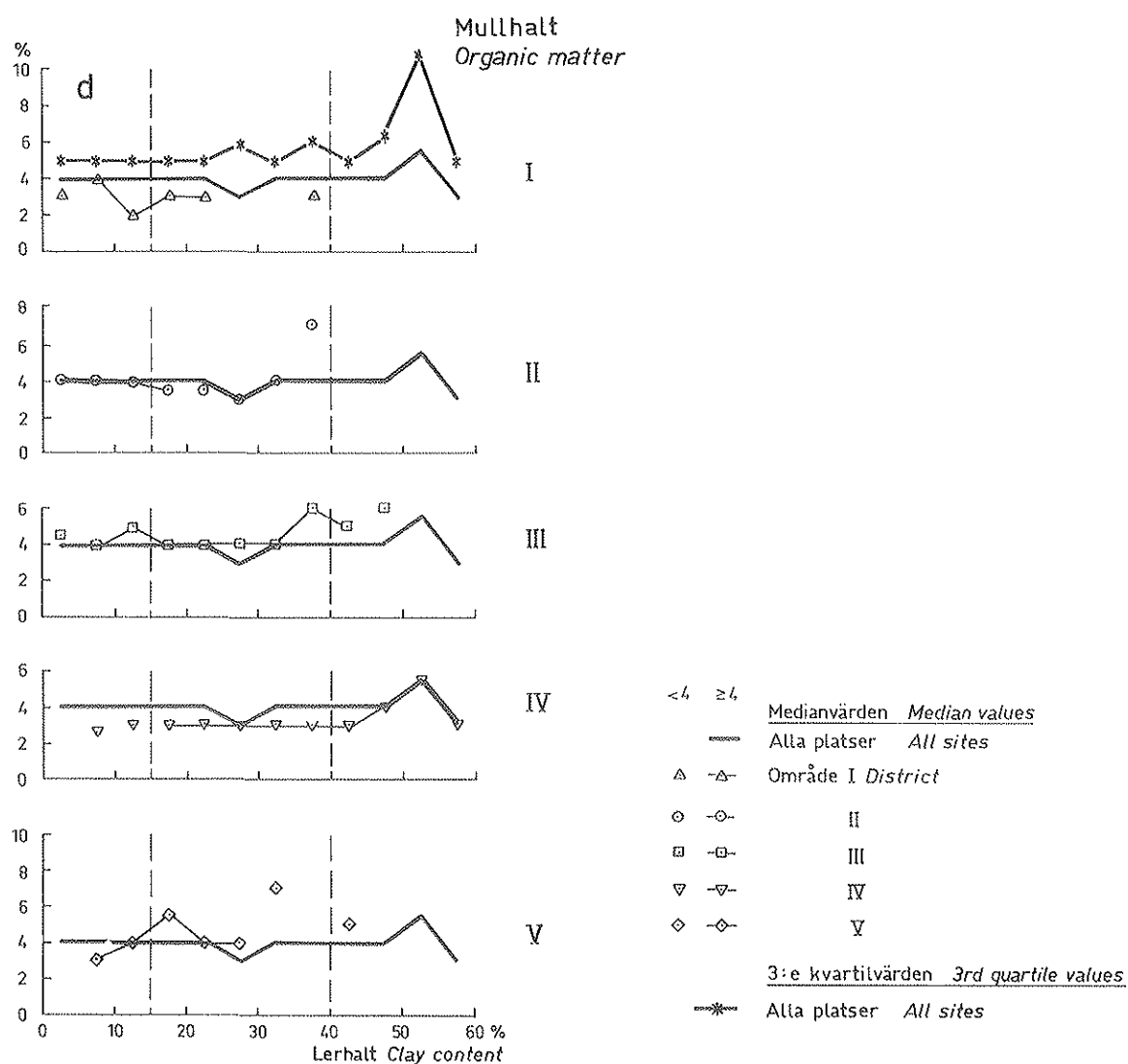
⑳ JOJÄMN BOTTEN -)GROV STRUKT I L1 +)FIN STRUKT I L3 +)VH ÖVER VG I L3, MKT ÖVER I BL ,)SPRIDN I VH I BL

- (1) Identifikation. Länsbokstav, provplatsnummer och församling. - Identification. County code, site number and name.
- (2) Jordart. Enligt gängse klassificering. - Soil type according to Swedish terminology.
- (3) Gröda. - Crop.
- (4) Lägeskoordinater. Provplatsens läge enligt koordinatnätet på den topografiska kartan (Rikets nät). - Coordinates of the place on the map "Topografisk karta över Sverige".
- (5 & 6) Koderna och diverse uppgifter erhållna vid intervjun (Figur 46, A-F). - Codes for some other information (Figure 46, A-F).
- (7) Arbetsoperationer. Datum, operationer och redskapskod. - Tillage operations. Date, tillage operation and operation code.
- (8) Nederbördsuppgifter och uppkomstdag. - Precipitation and day of emergence.
- (9) Tjockleken av varje lager. - Thickness of each sublayer.
- (10) Aggregatstorleksfördelning. - Aggregate size distribution.
- (11) Utsädet djupfördelning. - Seed depth distribution.
- (12) Vattenhalt. Moisture content.
- (13) Jordens vattenhållande egenskaper. - Water holding capacity of the soil, $w_{t,1}$, $w_{t,10}$, and $w_{t,150}$.
- (14) Såbäddens djup. Av den intervjuade bedömt djup samt uppmätt djup. - Depth of the seedbed. Depth estimated by the interviewed person and measured depth.
- (15) Sådjup. Av den intervjuade bedömt sådjup samt beräknat mediansådjup. - Sowing depth. Sowing depth estimated by the interviewed person and calculated median sowing depth.
- (16) Ojämnhetsvärde för markytan respektive såbäddbotten. - Roughness value for surface and seedbed bottom.
- (17) Kornstorleksfördelning och mullhalt. Ler, mjåla, mo, sand och mullhalt i %. - Particle size distribution and organic content. Clay 0.002 mm, silt 0.002-0.02 mm, fine sand 0.02-0.2 mm, coarse sand 0.2-2 mm and organic matter, %.
- (18) Hastighet vid sådd. - Speed at sowing.
- (19) Uppkomst bedömd av den intervjuade (Figur 47, G-K). - Emergence estimated by the interviewed person (Figure 47, G-K).
- (20) Kommentarer. - Comments.

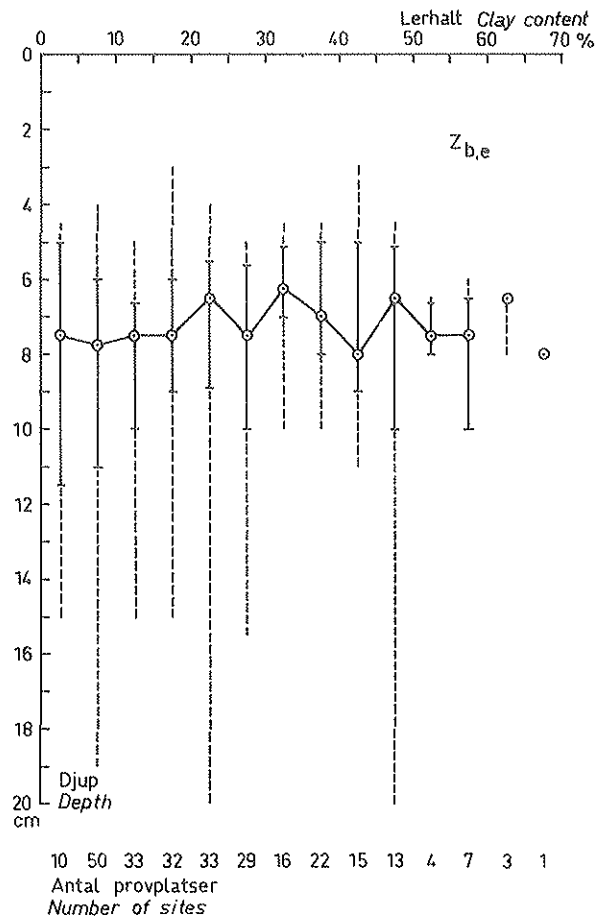
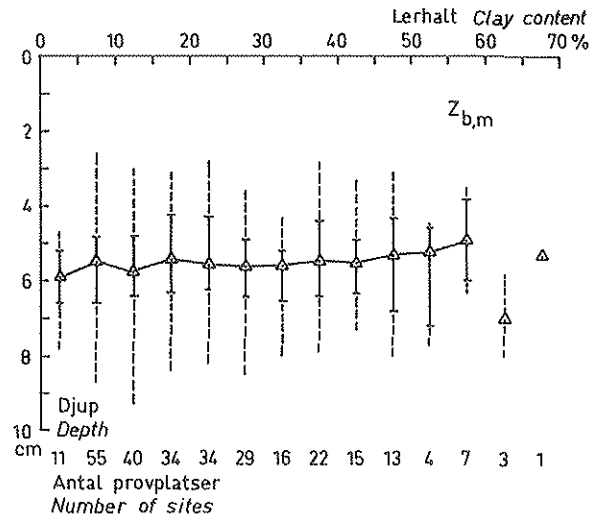
Figur 48. Exempel på data från en provplats. - Example of data from an individual site.



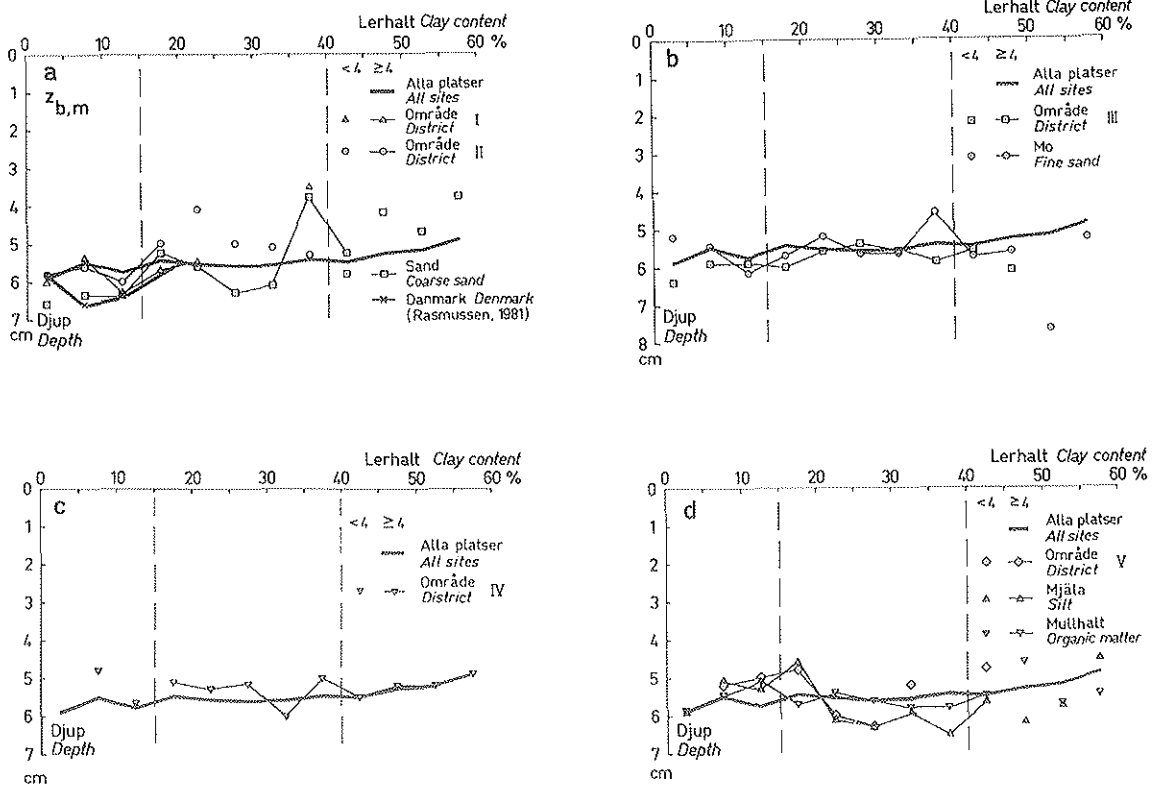
Figur 49. Halterna sand, mo, mjåla och mullsubstans som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktistika för varje lerhaltsklass. Vården för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Contents of coarse sand, fine sand, silt and organic matter as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



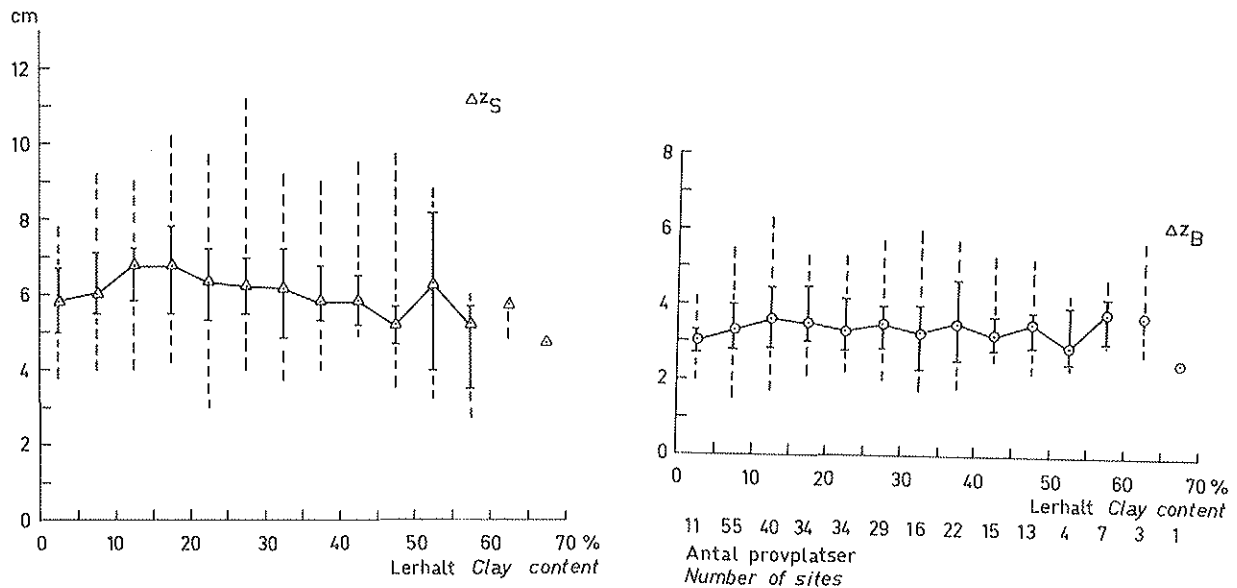
Figur 50. Mullhalten som funktion av lerhalten. Medianvärden för alla aktuella provplatser och för områdena I-V. 3:e kvartilvärdet för alla aktuella provplatser. - Content of organic matter as a function of the clay content. Median values for all sites studied and for districts I-V. 3rd quartile values for all sites studied.



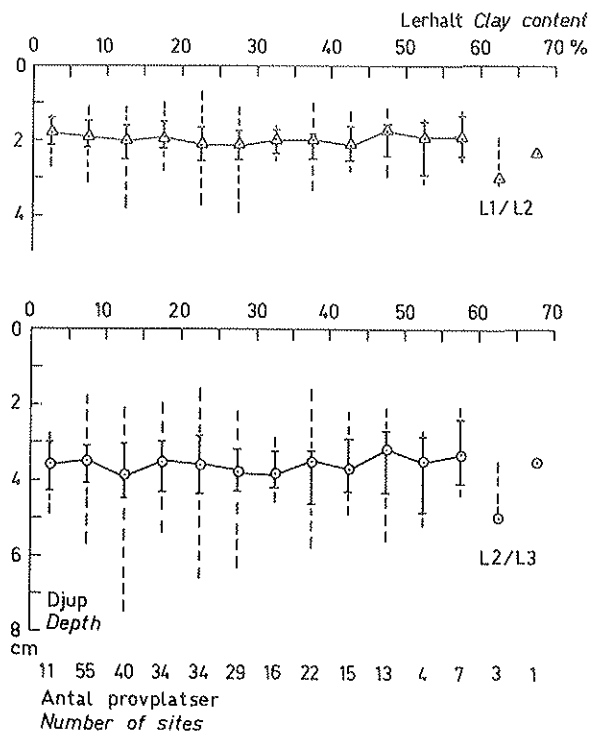
Figur 51. Uppmätt och bedömt djup hos såbädden, $z_{b,m}$ respektive $z_{b,e}$, i cm som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktistika för varje lerhaltssklass. Värden för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Measured and estimated seedbed depth, $z_{b,m}$ and $z_{b,e}$ respectively, in cm as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



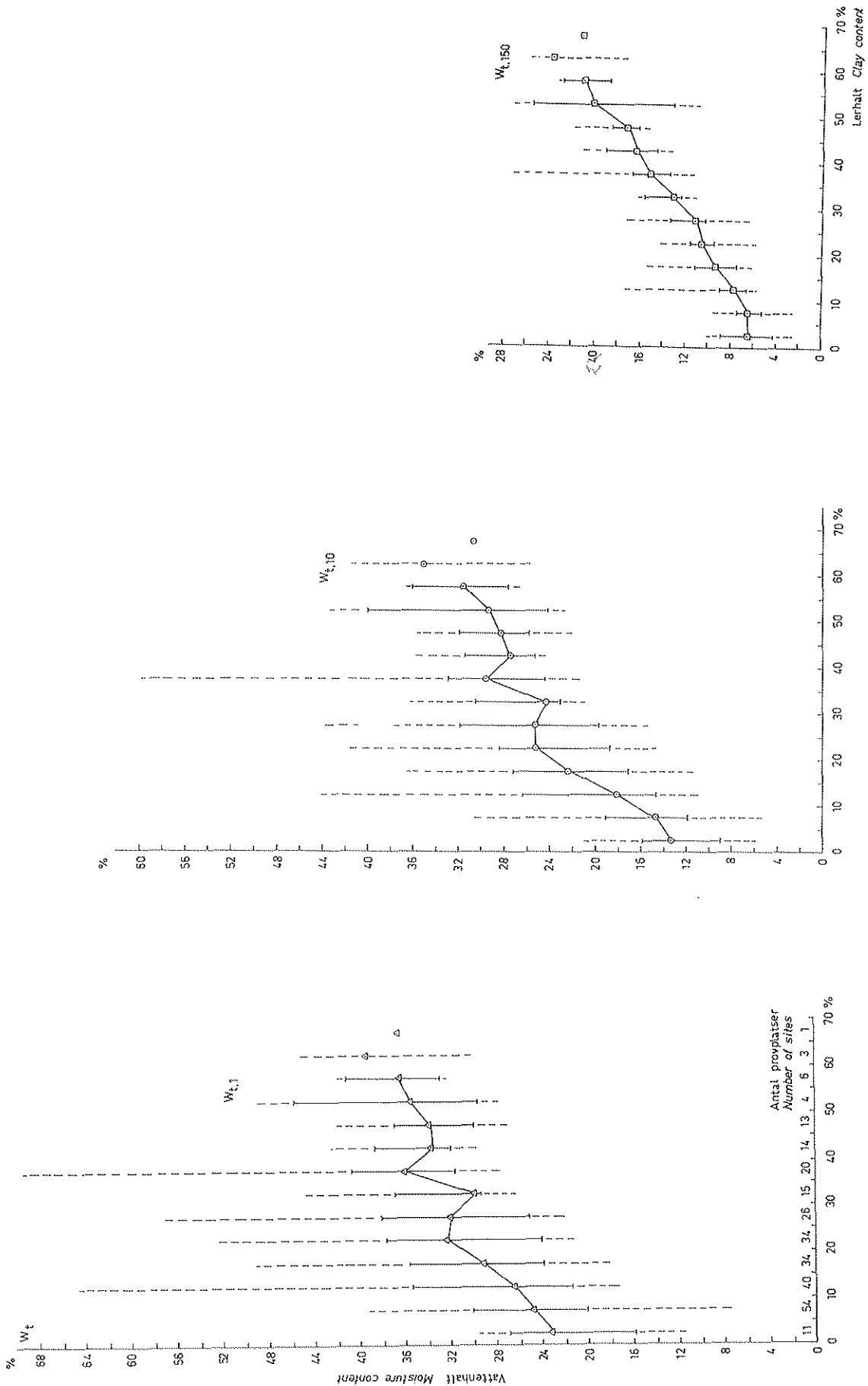
Figur 52. Uppmätt djup hos såbädden, $z_{b,m}$, i cm som funktion av lerhalten för (a) alla aktuella provplatser, områdena I och II samt de sandrika särpräglade jordarna; (b) alla aktuella provplatser, område III och de morika särpräglade jordarna; (c) alla aktuella provplatser och område IV; (d) alla aktuella provplatser, område V samt mjäla- och mullrika särpräglade jordar. Medianvärden. Värderna från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) ges i (a) som medelvärden. - Measured seedbed depth, $z_{b,m}$, in cm as a function of the clay content for (a) all sites studied, districts I and II as well as soils rich in coarse sand; (b) all sites studied, district III as well as soils rich in fine sand; (c) all sites studied and district IV; (d) all sites studied, district V as well as soils rich in silt and organic matter. Median values. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are given in (a) as average values.



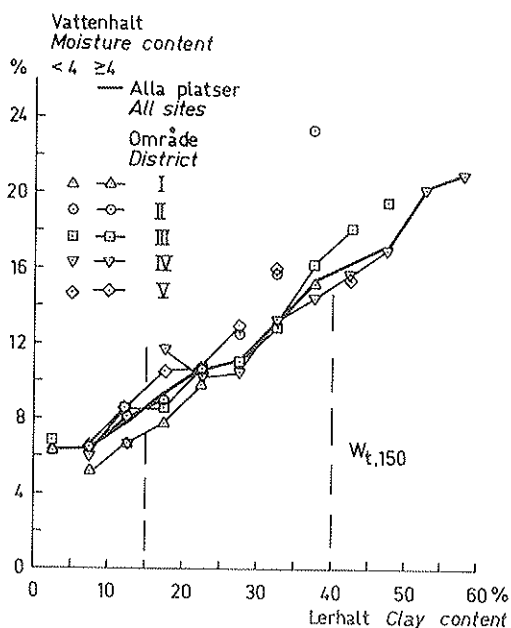
Figur 53. Ojämnhetsvärden för såbäddens yta, Δz_S , och botten Δz_B , i cm som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktäristika för varje lerhaltsklass. Värderna för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Roughness value for the seedbed surface, Δz_S , and bottom, Δz_B , in cm as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



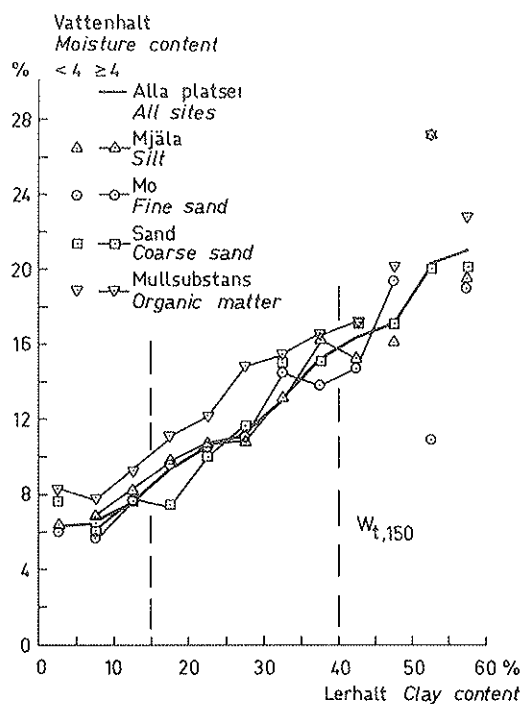
Figur 54. Lagergränsernas djuplägen som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktäristika för varje lerhaltsklass. Värderna för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Depth positions for the sublayer limits as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



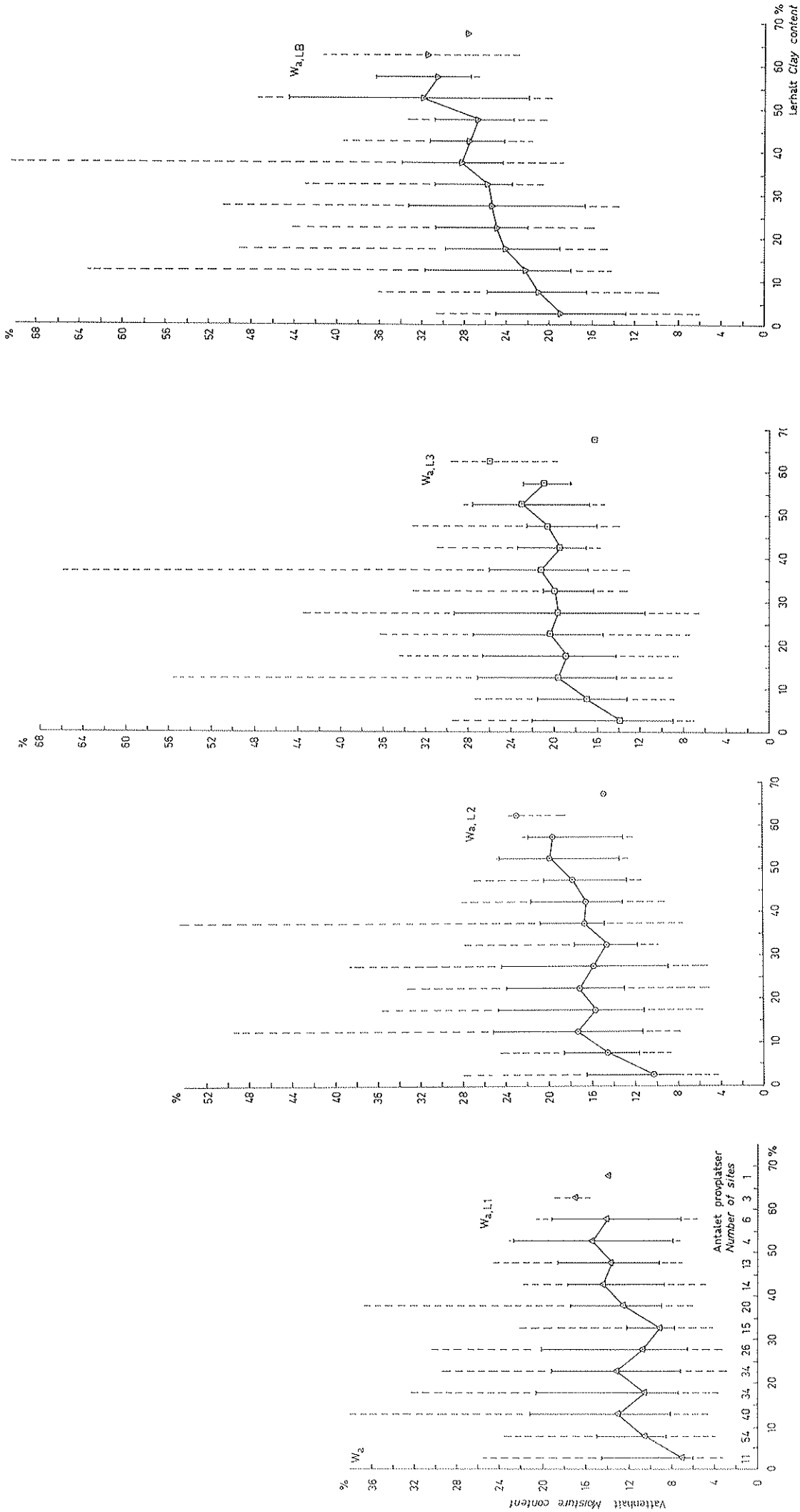
Figur 55. Vattenhalten i viktprocent vid de vattenavförande trycken 1, 10 och 150 m vp, $w_{t,1}$, $w_{t,10}$ respektive $w_{t,150}$, som funktioner av lerhalten. Fördelningarnas karakteristiska för varje lerhaltssklass. Värdet för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Moisture content in per cent by weight at the matrix tensions 1, 10 and 150 water column $w_{t,1}$, $w_{t,10}$ and $w_{t,150}$, respectively as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



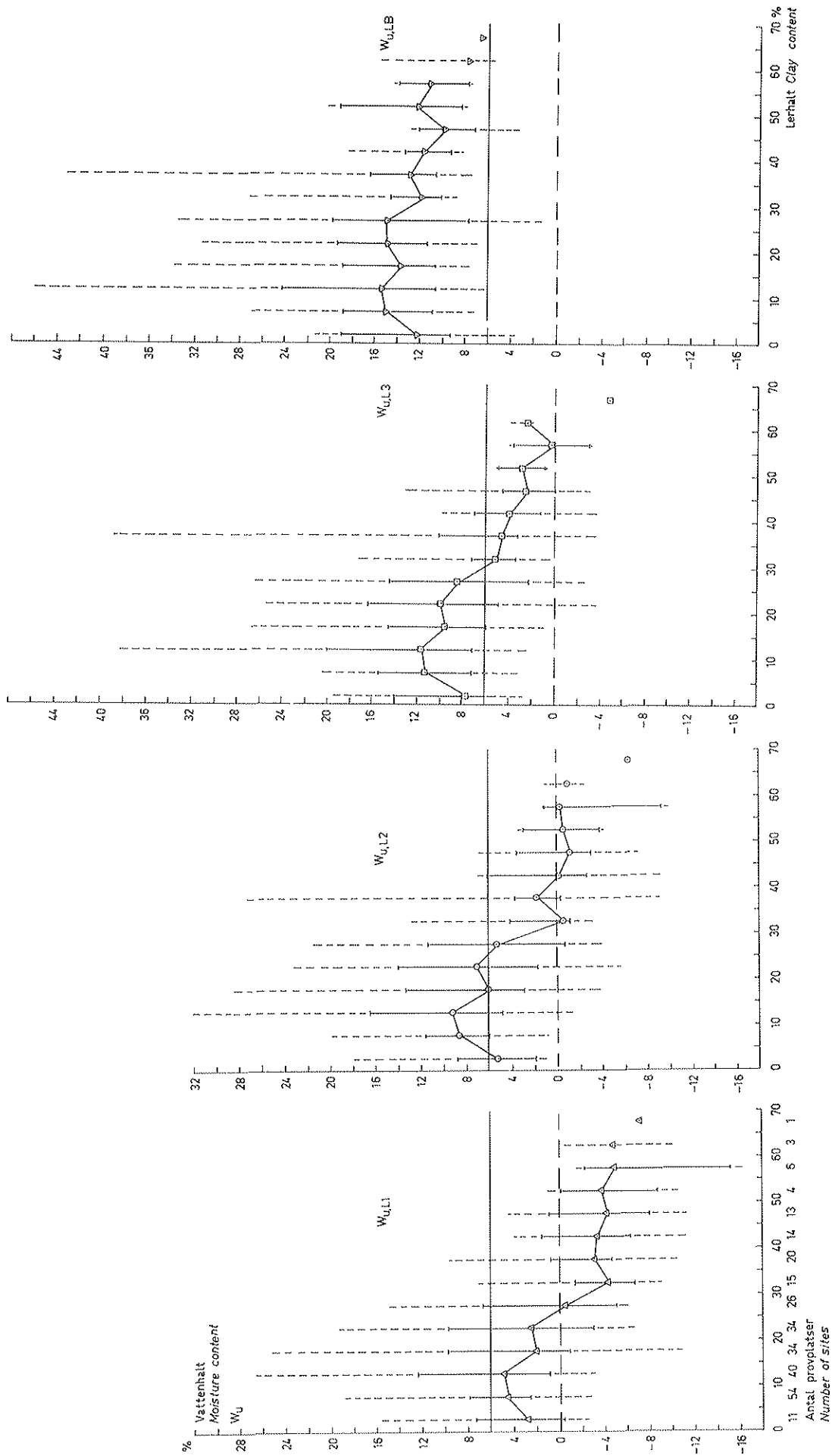
Figur 56. Vattenhalten vid det vattenavförande trycket 150 m vp, $w_{t,150}$, som funktioner av lerhalten för alla aktuella provplatser och för områdena I, II, III, IV samt V. Medianvärden. - Moisture content at the matric tension 150 m w c, $w_{t,150}$, as functions of the clay content for all sites studied and for districts I, II, III, IV and V. Median values.



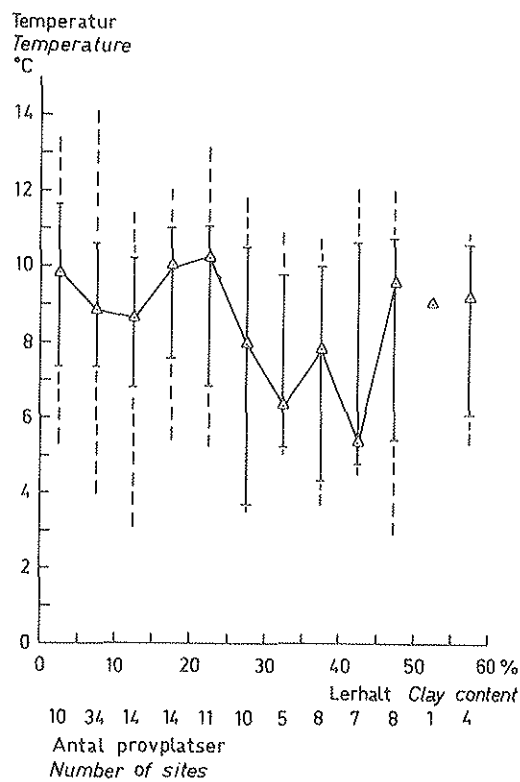
Figur 57. Vattenhalten vid det vattenavförande trycket 150 m vp, $w_{t,150}$, som funktioner av lerhalten för alla aktuella provplatser och för jordar rika på mjåla, mo, sand samt mullsubstans. Medianvärden. - Moisture content at the matric tension 150 m w c, $w_{t,150}$, as functions of the clay content for all sites studied and for soils rich in silt, fine sand, coarse sand as well as organic matter. Median values.



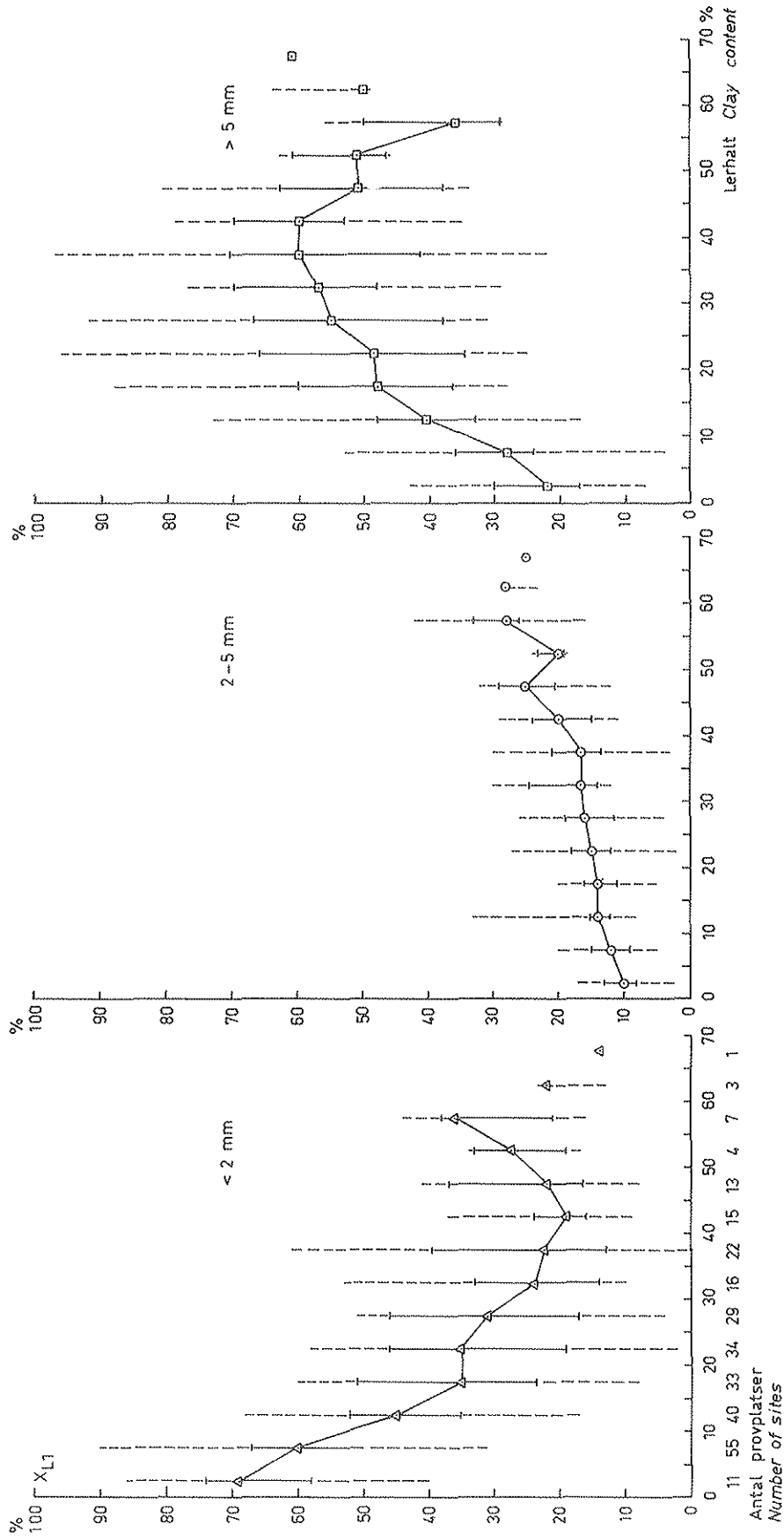
Figur 58. Vattenhalten vid provtagningen i viktprocent i lager 1, 2 och 3 samt bottenlagret, $w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$, $w_{a,L3}$ respektive $w_{a,LB}$, som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktistika för varje lerhaltssklass. Värdet för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Moisture contents at sampling in per cent by weight in sublayer 1, 2, 3 and bottom layers, $w_{a,L1}$, $w_{a,L2}$, $w_{a,L3}$ and $w_{a,LB}$, respectively, as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



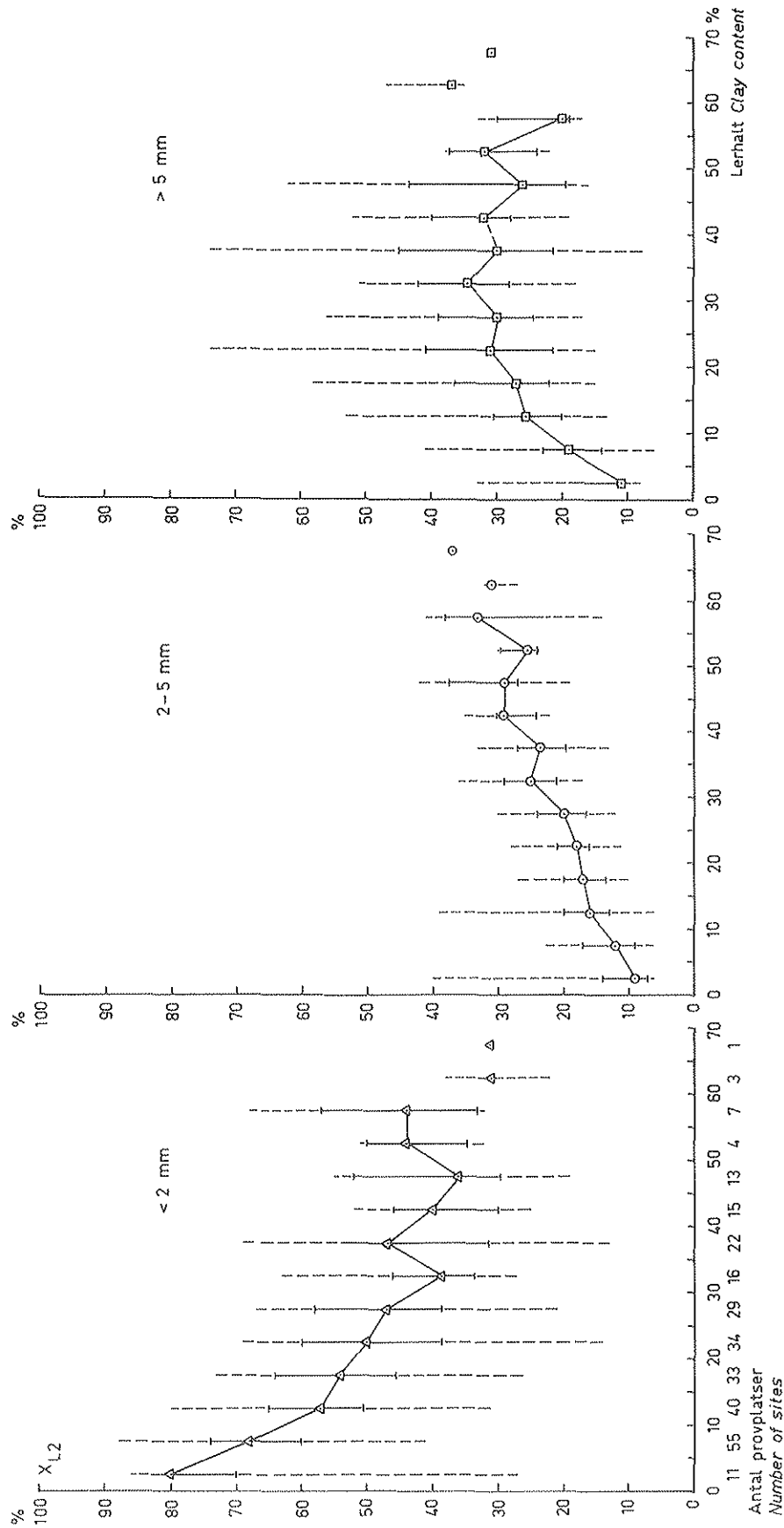
Figur 59. Innehållen av växttillgängligt vatten i viktprocent i lager 1, 2 och 3 samt bottenlagret, $w_{u,L1}$, $w_{u,L2}$, $w_{u,L3}$ respektive $w_{u,LB}$ som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktistika för varje lerhaltssklass. Värdet för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Contents of plant available water in per cent by weight in sublayer 1, 2, 3 and bottom layers, $w_{u,L1}$, $w_{u,L2}$, $w_{u,L3}$ and $w_{u,LB}$ respectively as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



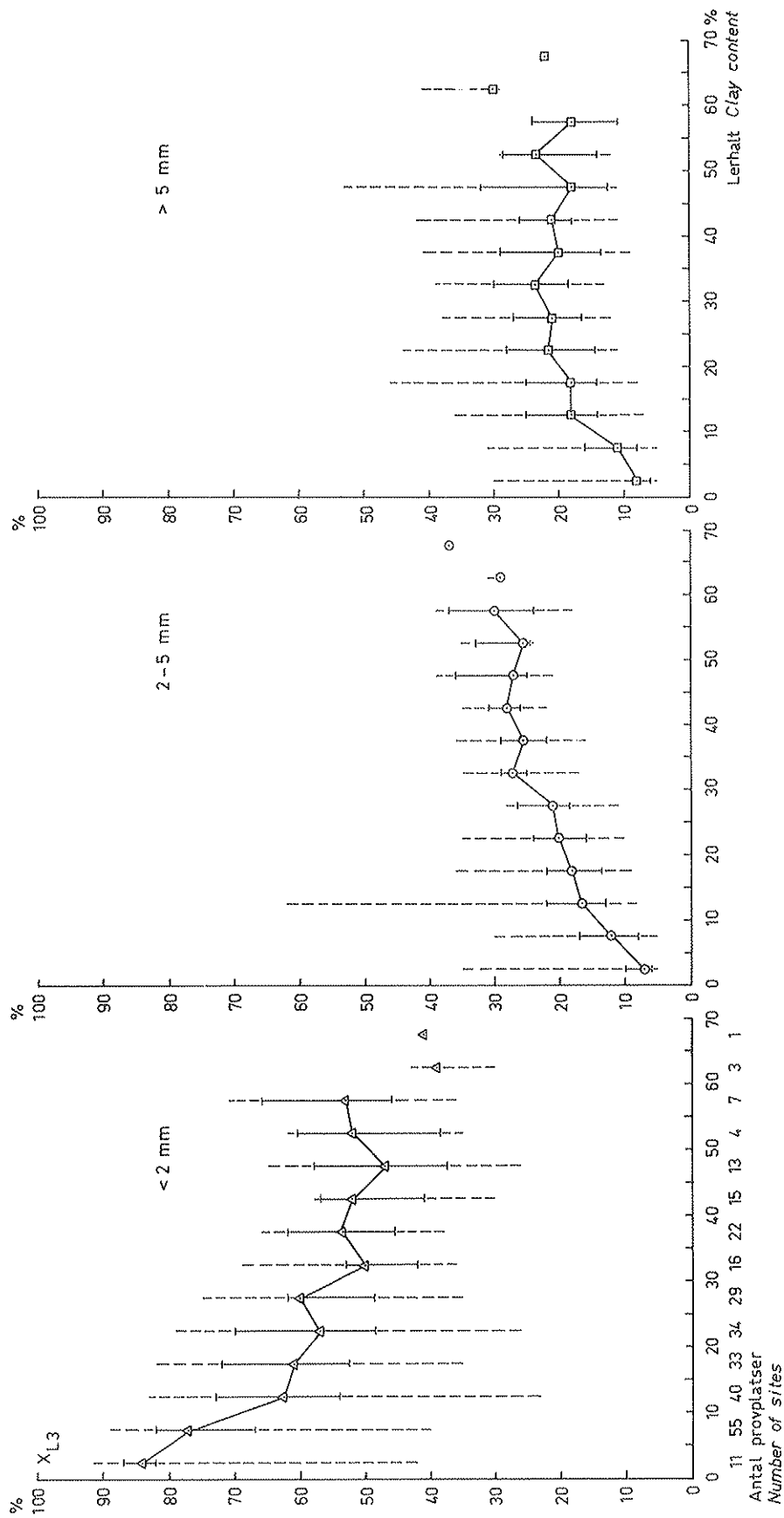
Figur 60. Temperaturen i °C vid 20 cm:s djup, t, som funktion av lerhalten. Fördelningskaraktistika för varje lerhaltsklass. Värden för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Temperature in °C at 20 cm depth, t, as a function of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



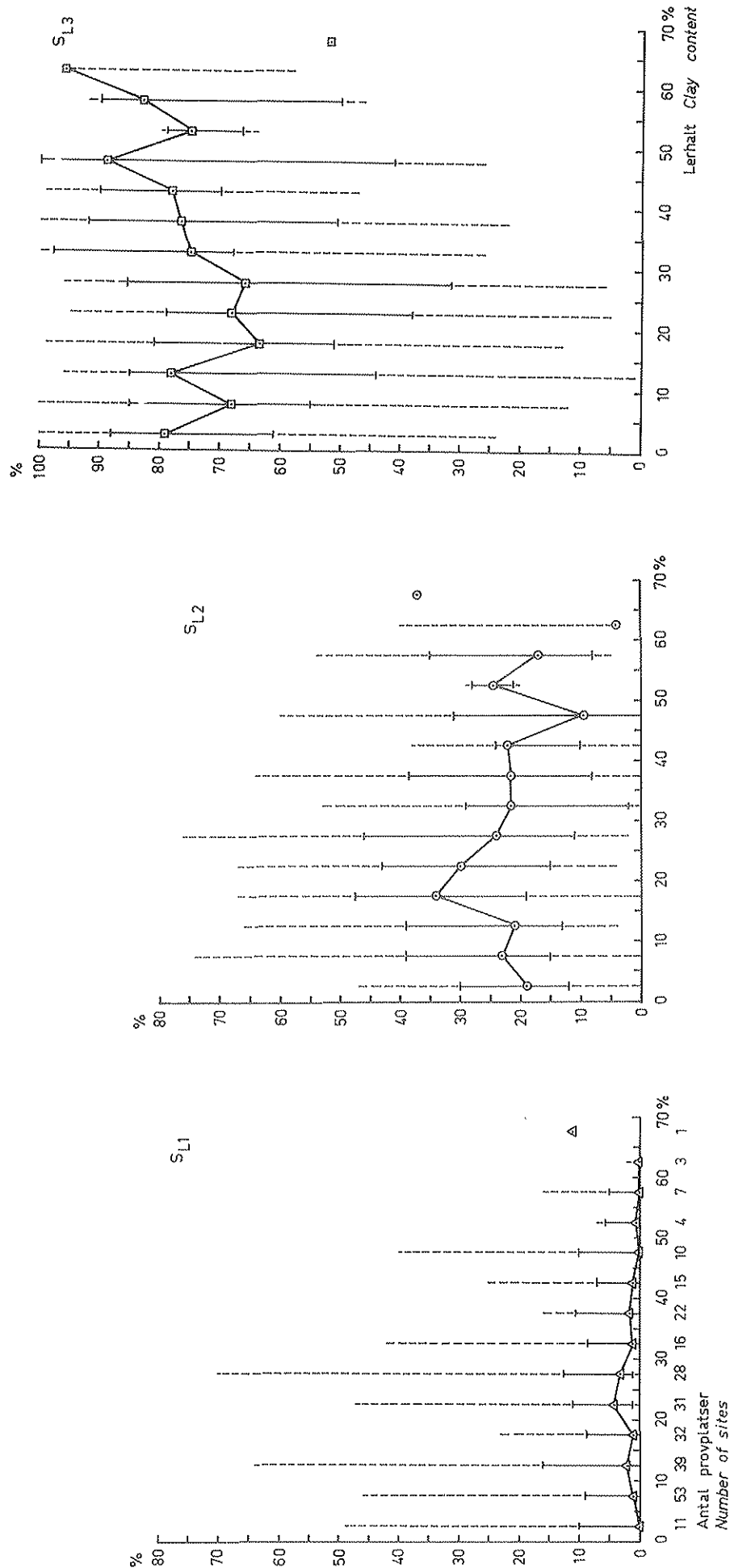
Figur 61. Andelarna aggregat mindre än 2, 2-5 och större än 5 mm i lager 1, $x_{<2,L1}$, $x_{2-5,L1}$ respektive $x_{>5,L1}$, som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktistika för varje lerhaltssklass. Värden för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil, maximum. - The percentages of aggregates <2, 2-5 and >5 mm in sublayer 1, $x_{<2,L1}$, $x_{2-5,L1}$ and $x_{>5,L1}$ respectively as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



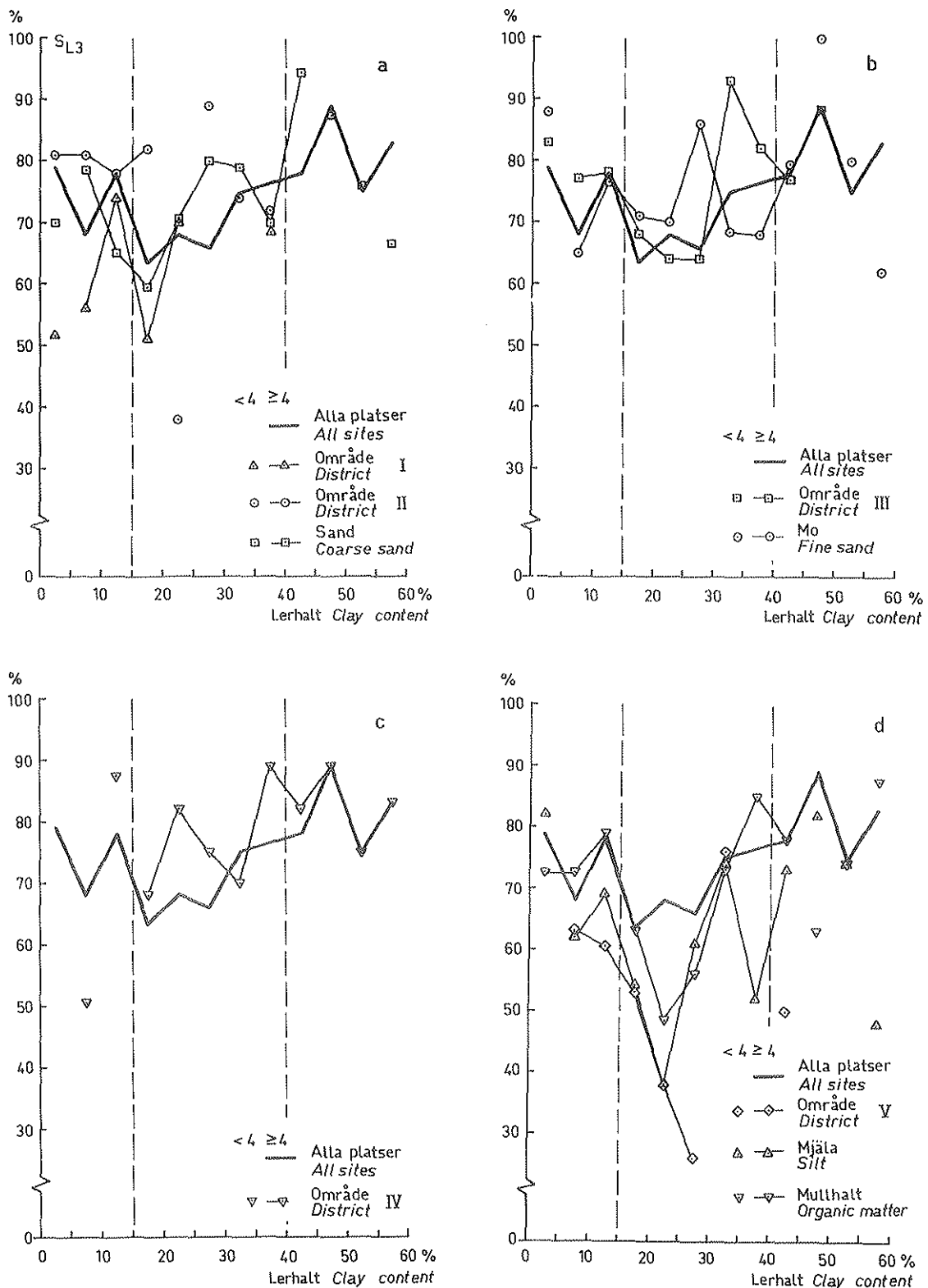
Figur 62. Andelarna aggregat mindre än 2, 2-5 och större än 5 mm i lager 2, $x_{<2,L2}$, $x_{2-5,L2}$ respektive $x_{>5,L2}$, som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktäristika för varje lerhaltssklass. Värdet för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil, maximum. - The percentage of aggregates <2, 2-5 and >5 mm in sublayer 2, $x_{<2,L2}$, $x_{2-5,L2}$ and $x_{>5,L2}$ respectively as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



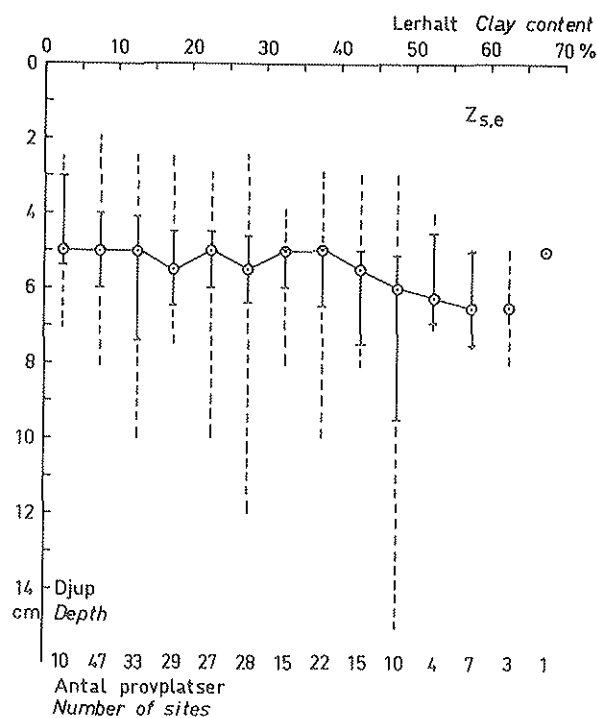
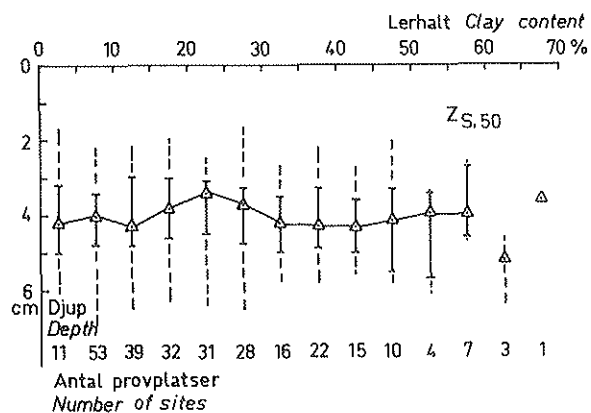
Figur 63. Andelarna aggregat mindre än 2, 2-5 och större än 5 mm i lager 3, $x_{<2,L3}$, $x_{2,5,L3}$ respektive $x_{>5,L3}$, som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktistika för varje lerhaltssklass. Värdet för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil, maximum. - The percentages of aggregates <2 , $2-5$ and >5 mm in sublayer 3, $x_{<2,L3}$, $x_{2,5,L3}$ and $x_{>5,L3}$ respectively as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



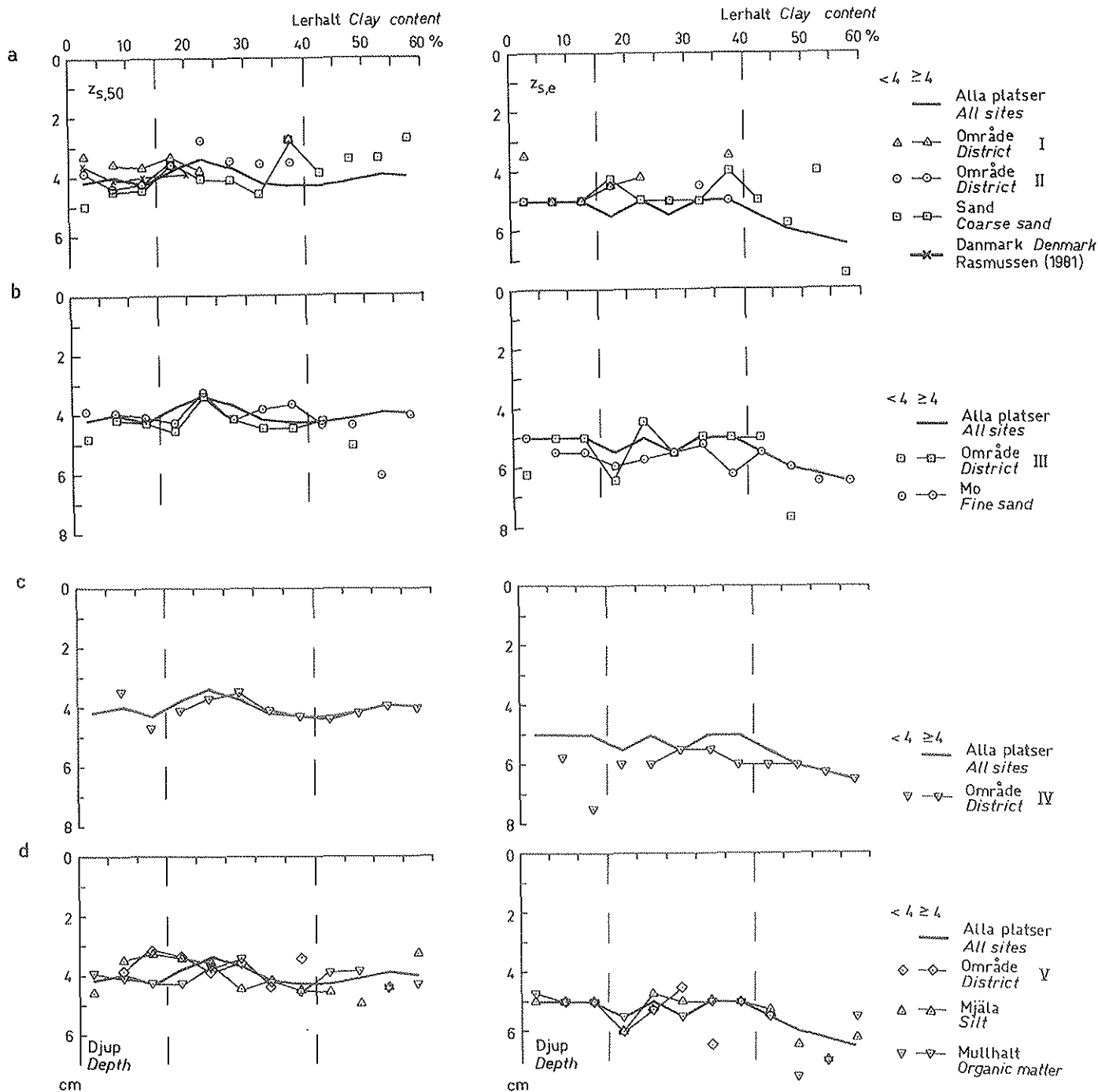
Figur 64. Andelarna kärnor i lager 1, 2 och 3, SL1, SL2 respektive SL3, som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktistika för varje lerhaltssklass. Värden för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - The percentage of seeds in sublayers 1, 2 and 3, SL1, SL2, and SL3 respectively as functions of the clay content. Distribution statistics are given for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



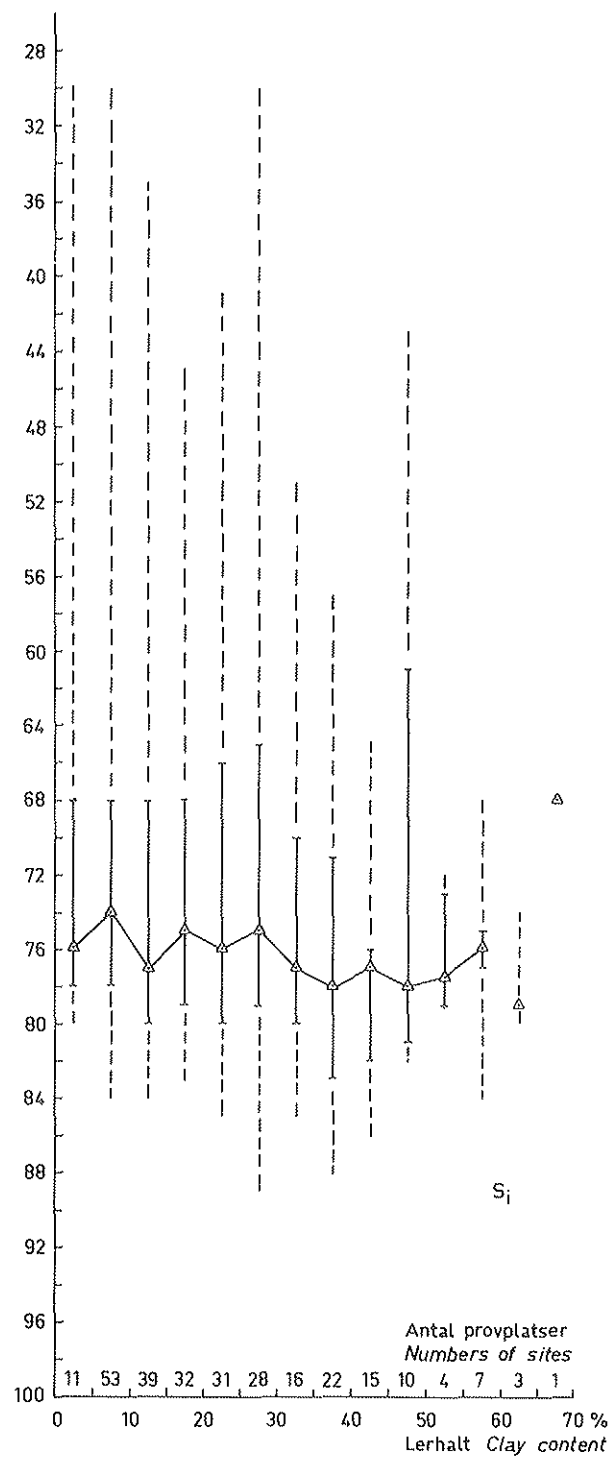
Figur 65. Andelarna kärnor i lager 3, s_{L3} , som funktioner av lerhalten för (a) alla aktuella provplatser, område I och II samt de sandrika särpräglade jordarna; (b) alla aktuella provplatser, område III och de morika särpräglade jordarna (c) alla aktuella provplatser och område IV; (d) alla aktuella provplatser, område V samt de mjåla- och mullrika särpräglade jordarna. Medianvärden. - Percentages of seed in sublayer 3, s_{L3} , as functions of the clay content for (a) all sites studied, districts I and II as well as soils rich in coarse sand; (b) all sites studied, district III and soils rich in fine sand; (c) all sites studied and district IV; (d) all sites studied, district V as well as soils rich in silt and organic matter. Median values.



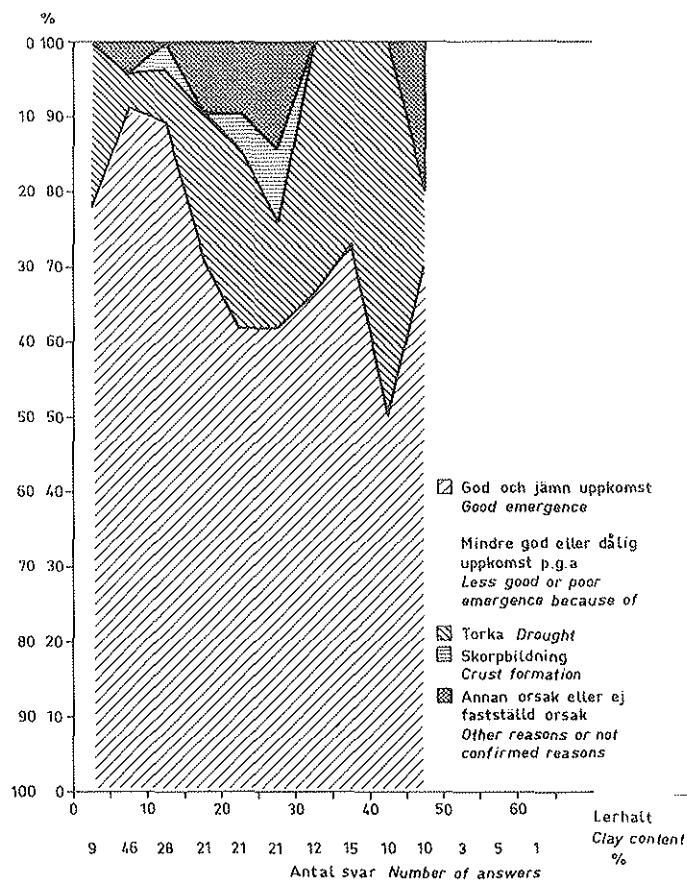
Figur 66. Mediansådjup och bedömt sådjup, $z_{S,50}$ respektive $z_{S,e}$, som funktioner av lerhalten. Fördelningskaraktistika för varje lerhaltssklass. Värden för maximum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Median sowing depth and estimated sowing depth, $z_{S,50}$ and $z_{S,e}$ respectively, as functions of the clay content. Distribution statistics for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



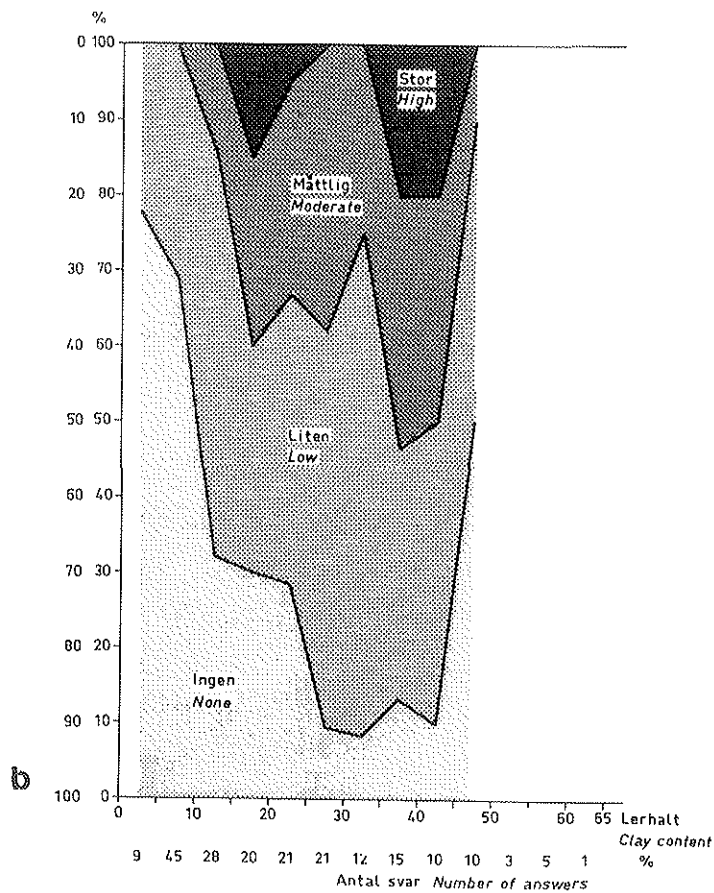
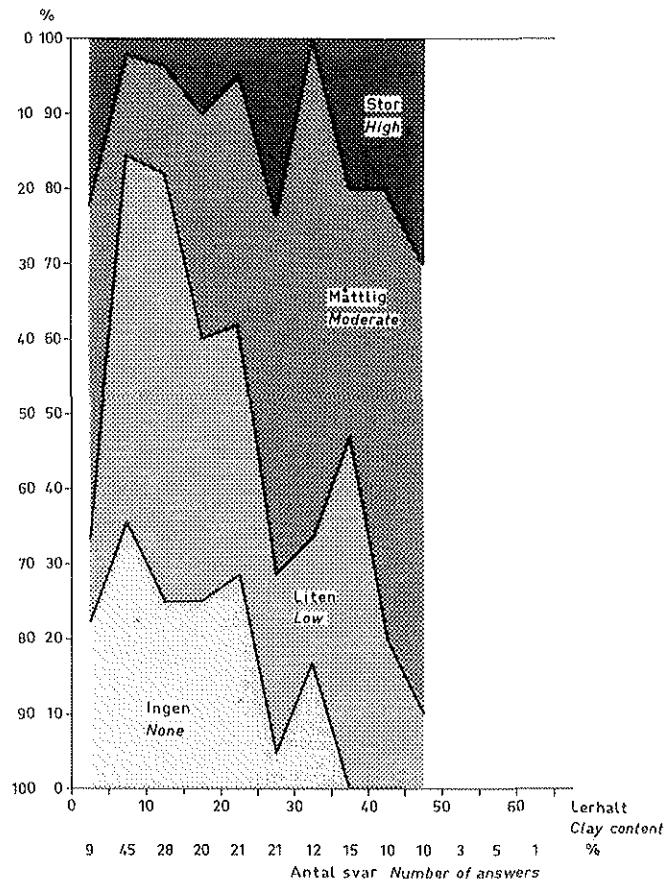
Figur 67. Mediansådjup och bedömt sådjup, $z_{s,50}$ respektive $z_{s,e}$, som funktioner av lerhalten för (a) alla aktuella provplatser, område I och II samt de sandrika jorarna; (b) alla aktuella provplater, område III och de morika jordarna; (c) alla aktuella provplatser och område IV; (d) alla aktuella provplatser, område V samt de mjåla- och mullrika jordarna. Medianvärden. Värden från den danska undersökningen (Rasmussen, 1981) ges för mediansådjup i (a), medelvärden. - Median sowing depth and estimated sowing depth, $z_{s,50}$ and $z_{s,e}$ respectively, as functions of the clay content for (a) all sites studied, district I and II as well as soils rich in coarse sand; (b) all sites studied, district III as well as soils rich in fine sand; (c) all sites studied and district IV; (d) all sites studied, district V as well as soils rich in silt and organic matter. Median values. Values from the Danish investigation (Rasmussen, 1981) are given in (a) as average values.



Figur 68. Sådjupsindex, s_i , som funktion av lerhalten. Fördelningskaraktäristika för varje lerhaltsklass. Värderna för minimum, 1:a kvartil, median, 3:e kvartil och maximum. - Sowing depth index, s_i , as a function of the clay content. Distribution statistics are given for each clay content class. Minimum, 1st quartile, median, 3rd quartile and maximum values.



Figur 69. Andelarna provplatser, som funktioner av lerhalten, med god och jämn eller med av olika angivna skäl mindre god eller dålig uppkomst. Brukarnas bedömningar. - Percentages of sites as functions of the clay content, with good emergence or - for various reasons - less good or poor emergence. Estimations made by the farmers.



Figur 70. Andelarna provplatser, som funktioner av lerhalten, med ingen, liten, måttlig eller stor risk för dålig uppkomst p g a (a) torka eller (b) skorpbildning. Brukarnas bedömningar. - Percentage of sites, as functions of the clay content, with no, low, moderate or high risk of poor emergence because of (a) drought or (b) crust formation. Estimations made by the farmer.



RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

NR ÅR

- 52 1977 Arne Ljungars: Olika faktorerers betydelse för traktorernas jordpackningsverkan. Mätningar 1974-1976. 43 s.
Importance of different factors on soil compaction by tractors. Measurements in 1974-1976. 43 p.
- 53 1977 Inge Håkansson & József von Polgár: Modellförsök med såbäddens funktion. II. Försök med skiktade och oskiktade såbäddar. 22 s.
Model experiments into the function of the seedbed. II. Experiments with stratified and unstratified seedbeds 22 p.
- 54 1978 Ulf Olsson: Harvens konstruktion och harvningens utförande - inverkan på bearbetningsresultatet. 28 s.
Influence of harrow construction and harrowing on the tillage result. 28 p.
- 55 1978 Olle Wallbom & Kjell Wretler: Förekomsten av några viktiga växtskadegörare vid plöjningsfri odling. 29 s.
Occurrence of some important plant diseases on ploughless cereal cropping. 29 p.
- 56 1978 Åke Huhtapalo: Kombisådd av kväve och fosfor till vårsäd. 27 s.
Combi-drilling of nitrogen and phosphorus with spring cereals. 27 p.
- 57 1979 Inge Håkansson: Försök med jordpackning vid hög axelbelastning. Markundersökningar 1-2 år efter försökens anläggande. 15 s.
Experiments with soil compaction at high axle load. Soil investigations 1-2 years after the experimental compaction. 15 p.
- 58 1979 Inge Håkansson & József von Polgár: Modellförsök med såbäddens funktion. III. Försök med syrebrist i såbädden. 17 s.
Model experiments into the function of the seedbed. III. Experiments with oxygen deficiency in the seedbed. 17 p.
- 59 1980 Tomas Rydberg: Storparcellförsök med plöjningsfri odling, 1976-78. 21 s.
Big-plot experiments with ploughless farming, 1976-78. 21 p.
- 60 1980 Working group on soil compaction by vehicles with high axle load. Report of meeting in Uppsala. 56 p.
- 61 1981 Behovet av forskning och försök inom mark-teknikområdet. En inventering utförd av samarbetskommittén för mark-teknik vid Sveriges lantbruksuniversitets lantbruksvetenskapliga fakultet. Sekreterare: Lennart Henriksson. 46 s.
- 62 1981 Skördevariationerna i växtodlingen - orsaker och motåtgärder. Seminarium anordnat av Samarbetskommittén för Mark-Teknik på Ultuna 1981-04-09. 64 s.
- 63 1981 Nils M. Nilsson: Plöjningsdjup och tiltbredder vid höstplöjning. 30 s.
Ploughing depths and widths of furrow slice in autumn's ploughing. 30 p.
- 64 1982 Jan Cederlund: Kombinerad bearbetning och sådd (harvsådd). Examensarbete. 54 s.
- 65 1983 Göran Kritz: Såbäddar för vårstråsäd. En stickprovsundersökning. 187 s.
Physical conditions in cereal seedbeds. A sampling investigation in Swedish spring-sown fields. 187 p.

Denna serie av stencilerade rapporter utges från Sveriges Lantbruksuniversitetets institution för markvetenskap, avdelningen för jordbearbetning. Serien utkommer i fri följd och innehåller material, som inte alls eller först i ett senare sammanhang ges ut i tryck. Som exempel kan nämnas preliminära undersökningsresultat och försökssammansättningar, primärmaterial och tabellbilagor till tryckta publikationer samt rapporter, meddelanden o. d., som av olika skäl vänder sig endast till en begränsad grupp av läsare. Serien finns tillgänglig vid avdelningen och kan i mån av tillgång erhållas därifrån.

Adress: Avdelningen för jordbearbetning, Sveriges Lantbruksuniversitet, 750 07 UPPSALA.

Vinjetten på första omslagssidan återger den s. k. Ultunaplogen, tillverkad på Ultuna slöjdverkstad omkring år 1850.