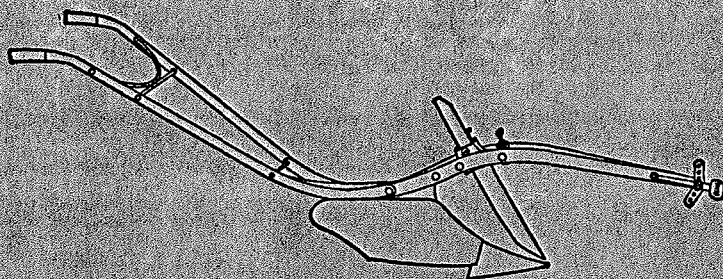


Lantbrukshögskolan  
UPPSALA

# RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

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



Nr. 35

1973

Lennart Henriksson

REDSKAP FÖR SÅBÄDDBEREDNING.

UNDERSÖKNINGSMETODER OCH

INLEDANDE STUDIER.



UDK-nummer: 631.313

Lantbrukshögskolan, 750 07 Uppsala 7  
Rapporter från jordbearbetnings-  
avdelningen.  
Nr. 35.1973.

Lennart Henriksson:

REDSKAP FÖR SÅBÄDDBEREDNING. UNDERSÖKNINGSMETODER OCH  
INLEDANDE STUDIER.

IMPLEMENTS FOR SEEDBED PREPARATION. METHODS OF INVESTIGATION  
AND PRELIMINARY STUDIES.

<u>Innehållsförteckning</u>	<u>Sid.</u>
Förord	3
1. Inledning	4
2. Undersökningar om redskapens arbetssätt och arbetsresultat	4
3. Beskrivning av undersökningsmetodiken	5
3.1. Allmänt	5
3.2. Metodik för mätningar i det bearbetade jordlagret	9
3.2.1. Markytans- och bearbetningsbottnens jämnhet	9
3.2.2. Bearbetningsdjup	11
3.2.3. Aggregatstorleksfördelning	11
3.2.4. Vattenhaltsbestämning	13
3.3. Metodik för undersökningar av grödan	13
4. Resultat från undersökningarna av grödan	14
4.1. Markundersökningar	14
4.1.1. Markytans jämnhet	14
4.1.2. Bearbetningsbottnens jämnhet	14
4.1.3. Bearbetningsdjup	17
4.1.4. Aggregatstorleksfördelning	20
4.1.5. Vattenhalt i marken	25
4.2. Undersökningar i grödan	27
4.2.1. Sådjup	27
4.2.2. Plantantal	27
4.2.3. Skörd	27
5. Diskussion	30
5.1. Mätningar av bearbetningseffekter	30
5.2. Redskapens bearbetningseffekter	31
6. Sammanfattning	32
6.1. Mätmetodik	32
6.2. Redskapens arbetsresultat	33
7. Summary	34
8. Litteratur	35

## Förord

Under senare år har en uppdelning av försöksverksamheten i jordbearbetning i två delar eftersträvat. Den ena delen, biologiskt inriktad, rör grödans reaktion på de av bearbetningen påverkbara markegenskaperna. Den andra delen, mera tekniskt inriktad, rör redskapens inverkan på de för odlingen väsentliga markegenskaperna (redskapens arbetssätt och arbetsresultat). Den förra delen rör således jordbearbetningens målsättning, den senare dess medel.

Hittills har följande försöksprojekt vad gäller redskapens arbetssätt och arbetsresultat genomförts eller påbörjats:

R2-P9 (Redskapens arbetssätt och arbetsresultat), åren 1969-1971.

R2-P10 (Vallsvålens sönderdelning), åren 1970-1973.

R2-P12 (Redskapens arbetssätt och arbetsresultat), åren 1970-1973.

R2-P22 (Redskapens arbetssätt och arbetsresultat), åren 1973-1976.

Dessa projekt har omfattat studier av redskap för såbäddsberedning och för stubbearbetning samt av tekniken för sönderdelning av gammal vallsvål.

År 1970 utgavs en rapport över de inledande studierna av stubbearbetningsredskapen (Rapport från jordbearbetningsavd. nr. 21). Arbetena rörande vallsvålens sönderdelning pågår och har ännu ej redovisats. I nu föreliggande rapport sammanfattas de hittills utförda arbetena vad gäller såbäddsberedningsredskapen. Författaren, agr. lic. Lennart Henriksson, var tidigare försöksledare och ansvarig för de aktuella försöksprojekten men är numera forskarassistent vid forskningsavdelningen för jordbearbetning. Av rapporten framgår, att en stor del av arbetet måst ägnas åt utveckling av mätmetodik. Mätproblemen har nämligen varit och är alltså mycket stora. Betydande framsteg har dock nåtts. Som forskarassistent ägnar författaren nu huvuddelen av sitt arbete åt en fortsatt metodutveckling. Statens råd för skogs- och jordbruksforskning har beviljat ett treårigt anslag för ändamålet.

Det skulle vara av stor praktisk nytta att ha en allsidig karakteristik av olika redskaps arbetssätt och arbetsresultat. De praktiskt användbara försöksresultaten är dock alltså ganska begränsade. De framsteg, som gjorts på mätmetodikområdet, bildar emellertid en värdefull grund för fortsatta arbeten och synes väl motivera de hittills nedlagda kostnaderna.

Inge Håkansson

## Redskap för såbäddsberedning. Undersökningsmetoder och inledande studier.

### 1. Inledning

Erfarenhet och kunskap om hur jordbearbetningsredskapen arbetar finns idag till stor del hos jordbrukarna samt hos tillverkarna och försäljarna av redskapen, där var och en samlat in sin del av den totala kunskapen. Innehållet i varje del beror på under vilka lokala förhållanden och med vilka redskap var och en har arbetat. Tolkningen av orsakssammanhangen bakom de ofta motsägelsefulla observationerna blir många gånger felaktig, då vi saknar en genomarbetad teori för hur redskapen bearbetar jorden.

De insatser, som forskningen hittills gjort på detta område är små, och består framförallt av grundläggande markmekaniska undersökningar av enskilda arbetsorgans effekt. Fältförsök med några enstaka jordbearbetningsredskap har också genomförts. Vi har dock små möjligheter att ur bearbetningssynpunkt bedöma olika redskap och ge vetenskapligt underlag för utveckling av nya konstruktioner.

För närvarande pågår undersökningar vid avd. för jordbearbetning för att klarlägga såbäddens funktion. I modellförsök (Håkansson och Polgár, 1972) har såbäddar med olika utformning byggts upp och groning och uppkomst under olika förhållanden studerats. En inventering av ett antal bearbetade och sådda fält har genomförts (Kritz och Håkansson, 1971) för att undersöka vilka bearbetningsresultat man får i praktiken och för att få en uppfattning om hur vårbruket genomförs i olika delar av landet.

Med stöd av markfysikens allmänna utveckling och dess tillämpning inom jordbearbetningen, bör vi med tidigare nämnda undersökningar som bakgrund kunna klarlägga såbäddens funktion under våra förhållanden. Men för att omsätta också dessa kunskaper och i praktiken skapa lämpliga såbäddar måste vi också ha ändamålsenliga redskap och kunna använda dessa under växlande yttre betingelser på ett riktigt sätt.

### 2. Undersökningar om redskapens arbetssätt och arbetsresultat

Vid försöksavdelningen pågår sedan några år arbeten med att undersöka redskapens bearbetningseffekter. I projekt R2-P9 undersöks spadrollharvens och olika efterharvars arbete. Tidigare har delresultat från detta projekt om olika redskap för stubbearbetning publicerats (Henriksson, 1970). En del fältförsök och undersökningar,

som startades vid de tidigare arbetena, har sedan fortsatts i projekt R2-P12. I detta projekt har emellertid studier rörande de konventionella redskapen för såbäddsberedning tagits upp i större utsträckning.

I dessa undersökningar har arbetet med att utveckla metoder för att mäta redskapens bearbetningseffekt varit en väsentlig del. Syftet är att försöka bedöma bearbetningsresultatet med hjälp av dessa mätningar. Ett led i detta arbete blir att undersöka i vad mån grödans uppkomst och utveckling påverkas av de egenskaper, som vi kan mäta, och att fastställa inom vilka gränser dessa egenskaper får variera under olika förhållanden. Arbetena med dessa frågor pågår numera i samarbete mellan forsknings- och försöksavdelningen för jordbearbetning. Under sommaren 1972 har ett examensarbete om harvar för såbäddsberedning genomförts (Olsson, 1972). Utöver de tidigare nämnda arbetena pågår även ett projekt R2-P10 rörande vallsvålens sönderdelning, som dock inte kommer att behandlas i denna rapport.

### 3. Beskrivning av undersökningsmetodiken

#### 3.1. Allmänt

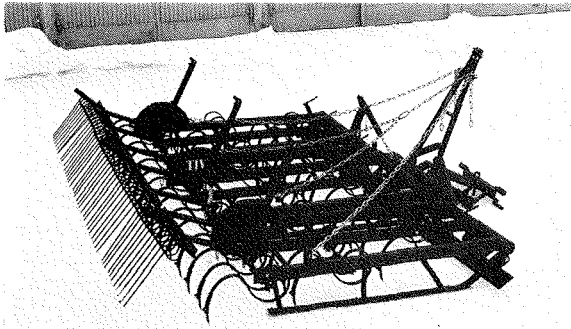
Åren 1969-1971 genomfördes undersökningar av redskapens bearbetningseffekter på ett antal försöksplatser främst vid Ultuna, men även på några andra ställen i landet. Flertalet försök har avsett bearbetning för vårsådd men i några fall även bearbetning till höstsådd. Avsikten har främst varit att få erfarenhet av hur mätmetoderna ska utformas för att passa till de i praktiken förekommande förhållandena. Försöken har därför utformats för att få erfarenhet av sådana mätförhållanden, med ofta små skillnader mellan leden men med stora skillnader mellan platser och tidpunkter, som kan bli aktuella vid fortsatta undersökningar. Arbetet har dock lagts upp för att även kunna bedöma några olika redskaps bearbetningseffekter. Spadrullharvar har jämförts med s-pinnharvar och olika typer av efterharvar har jämförts sinsemellan. Redskapen har jämförts efter 1-3 bearbetningar. Följande redskap har använts:

S-pinnharv: Tive kulturharv typ H, Kongskilde

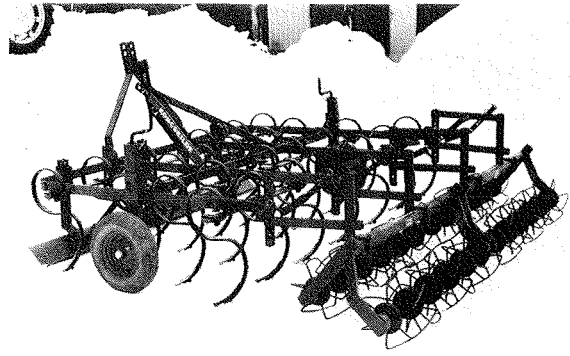
Spadrullharvar: Sampo, Hankmo

Efterharvar: Långfingerharv, Kongskilde efterharv, ribbvältar typ Tume och Kongskilde.

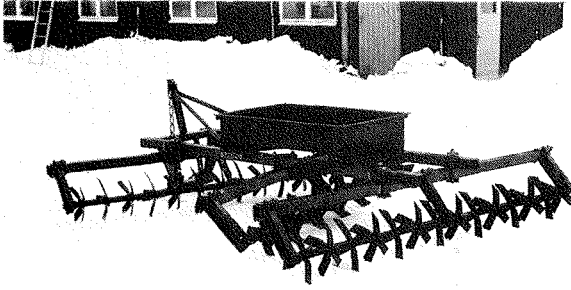
En lista över försöken med data från försöksplatserna återfinns i



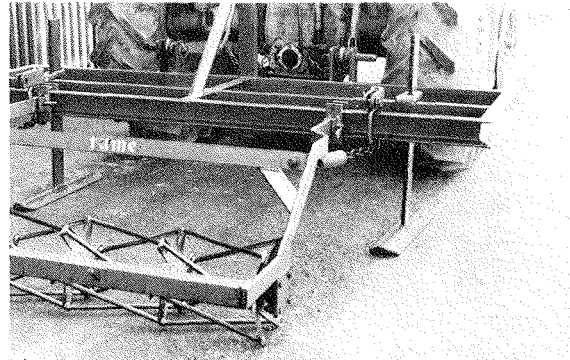
1



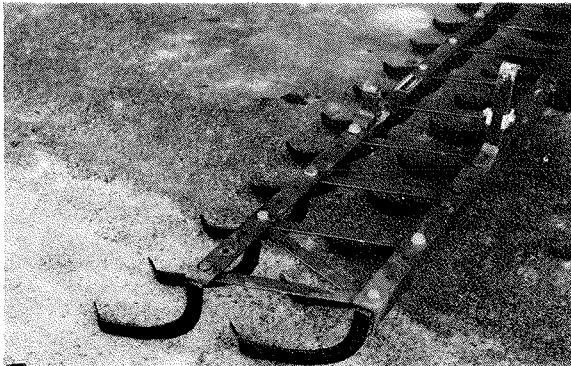
2



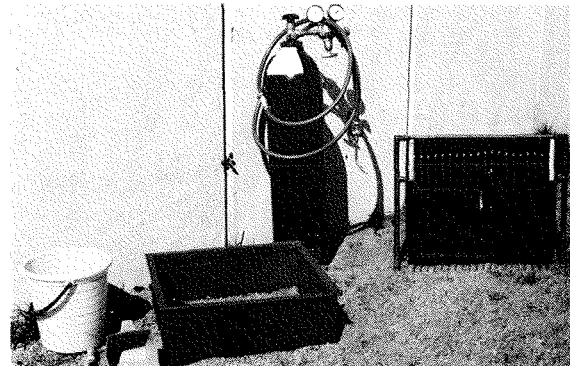
3



4



5



6

Fig.1.1. Tive S-pinnharv med långfingerharv. 2. Kongskilde S-pinnharv med ribbvält. 3. Spadrullharv. 4. Redskapsram med Tume ribbvält. 5. Kongskilde efterharv. 6. Utrustning för mätning av bearbetningsdjup, samt markytans och bearbetningsbottens jämnhet.

*Fig.1.1. Tive S-tine harrow with longfinger-harrow. 2. Kongskilde S-tine harrow with crumble roller. 3. Rotary spade harrow. 4. Implement carrier with Tume crumble roller. 5. Kongskilde trailer-harrow. 6. Equipment for measuring the harrowing depth, the roughness of the soil surface and the tillage boundary.*



Tabell 1. Förteckning över försök med olika redskap för såbäddsberedning.

*List of field experiments with different implements for seed-bed preparation.*

Försök nr o. år	Jordart	Vattenhalt vid 15 atm. tension, vikts%	Gröda	Datum för bearb.	Redskap	
<i>Trial no. and year</i>	<i>Soil type</i>	<i>Water con- tent at a tension of 15 atm. per cent by weight</i>	<i>Crop</i>	<i>Date of cultiva- tion</i>	<i>Implement</i>	
					Rotary spade harrow, S-tinehar- row	Trailer harrows
U1 80	1969 mmh SL	20,3	havre	5.5		x
U1 81	" " "	21,6	"	5.5		x
U1 82	" " "	19,1	korn	13.5		x
U1 83	" " "	19,1	"	13.5		x
U1 84	" nmh SL	19,6	"	27.5		x
U1 85	" nmh SML	12,9	"	29.5		x
U1 86	" mr SL	22,4	"	5.6		x
U1 90	1970 nmh SL	16,8	korn	13.5		x
U1 91	" mmh LML	14,2	"	14.5		x
U1 92	" nmh SL	16,3	"	14.5		x
U1 93	" nmh LML	11,2	"	14.5		x
U1 99	" mmh SL	-	-	10.6		x
M 806	" mmh LL	-	korn	11.5		x
M 807	" nmh Mo	-	havre	6.5		x
M 809	" mf LL	-	"	8.5		x
U1 105	" mmh SL	18,5	höstvet	10.9		x
U1 106	" mf SML	12,4	"	24.9		x
U1 107	" mf SML	13,2	"	24.9		x
R 207	" nmh LL	-	"	21.9		x
U1 110	1971 mmh mo LL	-	-	12.5		x
U1 111	" mmh SL	-	-	4.5		x

Tabell 2. Vingborr-, råhets- och vattenhaltsmätningar före bearbetningarna.  
*Vane shear , roughness and water content measurements before the cul-  
 tivation.*

Försök nr	Vingborr	Råhet	Djup	Vattenhalt, viktsprocent (w)		
	Vridmoment, cm kpcm		cm	w	Djup cm	w
<i>Trial no.</i>	<i>Vane shear measurement Torque kpcm</i>	<i>Rough- ness cm</i>	<i>Depth cm</i>	<i>Water content per cent by weight (w) w</i>	<i>Depth cm</i>	<i>w</i>
U1 80	76	13,0				
U1 81	76	12,2	0-5	18,4	5-15	35,5
U1 82	--	9,0	0-5	12,4	5-15	32,8
U1 83	--	11,3	0-5	20,8	5-15	32,6
U1 84	--	12,3	0-7	12,0	ca 7-12	26,2
U1 85	--	15,8	0-6,7	9,3	-	-
U1 86	--	-	-	-	-	-
U1 90	136	-	0-5,3	8,7	5-10	18,1
U1 91	112	-	0-6,3	16,6	6-11	24,0
U1 92	-	-	0-5,9	9,2	6-11	17,4
U1 93	-	-	0-4,3	10,1	4-9	19,3
U1 99	203	-	-	-	-	-
M 806	-	15,8	-	-	-	-
M 807	-	-	-	-	-	-
M 809	-	14,1	-	-	-	-
U1 105	-	-	harvn. lager	11,5	-20	22,9
U1 106	-	-	-	-	-	-
U1 107	-	-	-	-	-	-
R 207	-	-	-	-	-	-
U1 110	-	-	0-4,4	12,0	4,4-9,4	24,3
U1 111	-	-	-	-	-	-

tabell 1. Försöken har lagts ut med 1-4 block. När endast 1 block använts har mätningarna upprepats flera gånger i samma ruta. Omfattningen av mätningar och provtagningar för att fastställa utgångsläget före bearbetningarna har växlat i dessa inledande studier. I tabell 2 redovisas vingborrmätningar för att bedöma jordmotståndet i ytlagret 0-10cm, råhetsmätningar för att fastställa markytans jämnhet före bearbetningarna samt vattenhaltmätningar i samband med körningarna. Försöken M 806-809, U1 105-107 och R207 är enkla försök, som anlagts för att få en orientering om skördeutfallet efter bearbetning med spadrullharv jämfört med s-pinnharv. Mätningar har inte utförts i dessa försök. I kommande projekt mera inriktade på att undersöka redskapens effektivitet måste förundersökningarna genomföras grundligt och konsekvent.

### 3.2. Metodik för mätningar i det bearbetade jordlagret

För att fastställa bearbetningseffekter i matjordens ytlager har vi ansett att i första hand följande egenskaper behöver mätas, nämligen markytans- och bearbetningsbottens jämnhet, bearbetningsdjup, aggregatstorleksfördelning och vattenhalt. Andra effekter av bearbetningen behöver också beskrivas t.ex. omblandning och transport av jord, men i denna rapport kommer endast de förstnämnda att behandlas.

#### 3.2.1. Markytans- och bearbetningsbottens jämnhet

Jämnheten bestäms av marktopografin. Markytans topografi före sådden kan påverka såbillarnas gång och därmed utsädet's placering. Topografin efter sådden inverkar på myllningsdjupet och därmed uppkomsten. Såbillarna ger ofta en topografi, som om den ej utjämnas med efterharv eller vält kan orsaka skillnader i uppkomsttider mellan fram- och bakbillar. Utsädet blir djupare myllat av frambillarna.

Vid harvningen utbildas en gränsyta mellan den lösare, bearbetade och den fastare, obearbetade jorden. Vi definierar bearbetningsbotten som denna gränsyta. Denna botten kan i regel friläggas de närmaste dagarna efter bearbetningen. På lätta och lösa jordar kan det dock vara svårt att fastställa var gränsytan är belägen. Man antar att såbillarna i stort följer denna botten. I stora delar av landet försöker man att placera utsädet på en fuktig, jämn bearbetningsbotten för att säkra en god uppkomst. Om såbädden är ojämn,

riskerar man att såbillarna inte följer bottnen och man får ett ojämnt sådjup. För närvarande finns det mycket få mätningar av markytans och bearbetningsbottnens jämnhet efter olika bearbetningar, varför antagandena om dessa ytors betydelse är mycket osäkra.

För att mäta markytans- och bearbetningsbottnens jämnhet använder vi oss av pinnbräden av olika storlek. Denna utrustning är en utveckling av Kuipers (1957) reliefmeter och en pinnbräda som används vid institutionen för arbetsmetodik och teknik. Pinnbrädan (se fig. 1) består av ett stativ med en skiva graderad i cm. I två vinkeljärn är 20 mätstavar rörligt insatta. Stavarna kan höjas eller sänkas samtidigt.

Vid mätning ställs pinnbrädan upp med underkanten parallell med markytan, varefter pinnarna sänks tills samtliga vilar mot markytan. Avståndet från pinnens topp till nolläget avläses därefter för varje pinne. Denna avläsning kan göras direkt i fält eller senare inomhus om brädan fotograferas, gärna genom enbildstagnning med filmkamera. Fotografering förenklar fältarbetet men medför totalt mera arbete och kan minska säkerheten vid avläsningen. Hittills har vi använt oss av dels ett 100 cm långt pinnbräde främst för markytans jämnhet, dels ett 50 cm långt främst för bearbetningsbottnen. Båda har 20 pinnar varför pinnavståndet blir 5 resp. 2,5 cm. De olika längderna motiveras av att det ofta är längre avstånd mellan kammar och svackor i markytan än i bottnen. Markytans topografi bestäms i stor utsträckning av sista raden harvpinnar med t.ex. 10 cm avstånd. Hittills har vi mätt jämnheten vinkelrätt mot sista bearbetningsriktningen, men den bör även mätas i andra riktningar. Vilka topografiförhållanden såbillarna kommer att möta beror på sårriktningen i förhållande till sista harvningsriktningen.

Någon allmängiltig matematisk eller statistisk modell för att behandla mätdata från topografimätningarna har ännu inte utarbetats. För att ange ytornas ojämnhet använder vi oss av ett råhetstal ( $R_{P_1,2}$ ) där R står för råhetstal, P för pinnbräda, index 1 för antalet pinnar och index 2 för pinnavståndet i mm, t.ex.  $R_{P_{10,25}}$ .

Vid beräkningen av råhetstalet delas pinnarna i två grupper (de 10 vänstras resp. de 10 högra) för att reducera inflytandet av brädans ev. lutning gentemot markytan. Sedan beräknas höjdskillnaden mellan högsta och lägsta pinnen i hela cm. För varje

uppställning av pinnbrädan erhålles således 2 råhetstal och för bestämning av ett medelvärde bör enligt Kuipers (1957), som utarbetat beräkningssättet, 20 uppsättningar göras. I Kuipers reliefmeter är avståndet mellan pinnarna 10 cm och mätsträckan således 2 m.

Friläggningen av bearbetningsbotten behandlas under nästa punkt i samband med mätningar av bearbetningsdjupet.

### 3.2.2. Bearbetningsdjup

Bearbetningsdjupet kan bestämmas på flera sätt. I denna typ av undersökningar har det visat sig lämpligt att bestämma volymen av den bearbetade jorden (Henriksson, 1970, Kritz och Håkansson, 1971). Vid mätningarna i dessa försök har en plåtram 50 x 50 cm pressats ner genom det bearbetade lagret. All lös bearbetad jord har därefter samlats upp i en litergraderad hink, och volymen har bestämts på en halv liter när. Den sista friläggningen av bearbetningsbotten har gjorts försiktigt med borste av lämplig hårdhet. Med kännedom om jordens volym och ramens storlek har bearbetningsdjupet uttryckt i cm beräknats. Vid denna beräkning antages att jordens volymvikt i hinken och i det bearbetade lagret är approximativt densamma. Hittills har jorden också vägts, och vattenhalten bestämts för att möjliggöra en beräkning av jordens torra volymvikt i hinken och för en kontroll av volymbestämningen. I stället för volymen och det därur beräknade bearbetningsdjupet, kan vikten torr jord per ytenhet användas, som ett alternativt mått på mängden bearbetad jord.

Med pinnbrädan har därefter bearbetningsbottnens jämnhet bestämts på de frilagda ytorna. Dessa har först blästs rena från de sista i regel obetydliga resterna lös jord med hjälp av tryckluft. Därvid framträder oftast spåren efter harvpinnarna kontinuerligt. På de hittills undersökta försöksplatserna har tekniken fungerat tillfredsställande. Svårigheter kan uppstå, om botten är lös, eller om det regnar under tiden mellan bearbetning och provtagning. Friläggandet av samtliga bottnar i ett försök bör helst utföras av en person, då resultaten i någon mån beror på vederbörandes arbetsteknik.

### 3.2.3. Aggregatstorleksfördelning

Genom att bestämma den bearbetade jordens aggregatstorleksfördelning erhålles ett mått på brukets grovlek efter olika bearbetningar.

Bruketts grovlek påverkar i sin tur sådana faktorer som vattenavdunstningen från såbädden, utsädetts placering och anslutningen mellan jorden och utsädeskärnorna (Henriksson, 1971).

Bestämningen av aggregatstorleksfördelningen har utförts med en sällningsapparat enligt Chepil, som byggts av Nils Müller vid institutionen för arbetsmetodik och teknik. Sällningen sker i en lutande, roterande trumma med säll av följande maskstorlekar: 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, och 32 mm.

Vid bestämningen av aggregatstorleksfördelningen är uttagningen av jordproverna ett av de största problemen. Storleksfördelningen varierar starkt från plats till plats inom varje led. För att påvisa säkra skillnader mellan olika led krävs många upprepningar, och det blir svårt att klara arbetet inom en begränsad tid. Normalt minskar också andelen stora aggregat med djupet. Denna djupvariation kan också påverkas av redskapens omblandningseffekt. För att mäta denna effekt har prover från olika skikt av det bearbetade lagret tagits ut. För detta ändamål har en ram slagits ner i marken och med en jordhyvel, vars djupgående styrs från ramen, har jordskikt av bestämd tjocklek hyvlats av och samlats upp. Det djupaste lagret har dock tagits ut på samma sätt som vid bearbetningsdjupsbestämningen för att få en riktig uppdelning mellan bearbetad och obearbetad jord oberoende av bottenens ojämnhet. Vid hyvling skärs de höga obearbetade delarna av.

Det finns flera osäkerhetsmoment vid provtagning med jordhyvel. För det första är det svårt att fastlägga en medelnivå för den ofta ojämna markytan, för det andra finns det ofta enskilda aggregat, som är större än skiktjockleken, och för det tredje är bearbetningsbotten ojäm. Aggregatstorleksfördelningen påverkas också av bearbetningsdjupet så att fina aggregat ökar med ökat djup. De grova kokorna härstammar ofta från en ytskorpa. Vid stora bearbetningsdjup kan kokor också dras upp från djupare fuktiga delar av tiltan. Efter sällningen har varje enskild aggregatfraktion vägts, men ofta torde det vara bättre att hela tiden slå samman fraktionerna redan vid vägningen. Summationskurvan kan sedan ritas upp direkt och en enstaka felvägning orsakar inte ett fel i hela kurvan.

För att redovisa resultaten har två mått använts, dels andelen aggregat  $< 4$  mm, dels den geometriska aggregatmedeldiametern. Heinonen (1971) föreslår andelen aggregat  $< 5$  eller 10 mm som ett lämpligt mått, om endast en storleksgräns ska användas. Den geometriska aggregatmedeldiametern har beräknats enligt formeln

$\bar{d} = \frac{\Delta Y \sqrt{d_1 d_2}}{100}$ , som bl.a. använts av P. Wiklert.

$\Delta Y$  = procent aggregat i resp. fraktion

$d_1$  = nedre aggregatdiam. " "

$d_2$  = övre " " "

Andelen aggregat i samtliga fraktioner har inflytande på aggregatmedeldiameterens storlek även om de grövsta fraktionerna väger tyngst.

Schaller och Stockinger (1953) har jämfört olika metoder för att uttrycka aggregatstorleksfördelningsdata. Deras resultat visar, att man lika väl kan använda andelen aggregat av en enskild storleksfraktion som en medeldiameter. Det slutliga valet måste dock baseras på möjligheterna att korrelera värdena med grödans reaktioner. Enligt dessa författare bör man använda flera och större delprov om man använder andelen enskilda fraktioner som mått än om man använder medeldiameteren. För att minska arbetsåtgången i det första fallet bör man använda färre antal säll.

#### 3.2.4. Vattenhaltsbestämningar

Liksom vid bestämningen av aggregatstorleksfördelningen utgör uttagningen av jordprover från såbädden en av de största svårigheterna vid vattenhaltundersökningar. De främsta orsakerna till detta är heterogeniteten och de stora vattenhaltsgradienterna inom små avstånd.

De utförda vattenhaltsbestämningarna har avsett att för det första bestämma förhållandena före bearbetningen. Prover har då tagits ut från nivåerna 0-5 och 5-10 eller 5-15 cm i den orörda tiltan. För det andra har vattenhalten bestämts i det bearbetade lagret på delprover, som genom upprepad halvering har tagits ut vid bearbetningsdjupsbestämningarna. För det tredje har slutligen försök att bestämma upptorkningen i olika led gjorts. Prov har tagits ut från olika skikt i såbädden och från ett lager under bearbetningsbotten. De tidigare nämnda svårigheterna har gjort att de sist nämnda undersökningarna inte utförts i någon större omfattning.

#### 3.3 Metodik för undersökningarna av grödan

I de försök, som har besåtts, har skördens storlek och kvalitet bestämts på vanligt sätt. Utom i de rena avkastningsförsöken har uppkomsten bestämts genom planträkning och sådjupet genom att på försiktigt uppdragna plantor mäta avståndet från kärnan till den del på strået, som är i nivå med markytan (Henriksson, 1971).

#### 4. Resultat från undersökningarna av grödan

I detta avsnitt kommer de olika mätningarna att diskuteras i samband med att försöksresultaten redovisas. I viss mån kommer därmed också de olika redskapens bearbetningseffekter att belysas, men de hittills vunna erfarenheterna av redskapen sammanställs under rubrikerna diskussion och sammanfattning.

##### 4.1. Markundersökningar

###### 4.1.1. Markytans jämnhet

I tabell 3 redovisas markytans råhet efter olika antal harvningar med s-pinn-och spadrullharv, och i tabell 4 redovisas motsvarande värden efter olika efterharvar. De senare försöken har först bearbetats med s-pinnharv, först tvärs och därefter längs rutorna. De olika efterharvarna har sedan kopplats i en ram och körts separat längs rutorna.

Som framgår av både tabell 3 och 4 är råheten vinkelrätt mot bearbetningsriktningen i medeltal efter harvning med s-pinnharv 5,0-5,5 cm. Efter spadrullharven är den 3,4-4,0 cm. S-pinnharven åstadkommer en markerad bearbetningstopografi med kammar och svackor. En mätning av råhetstalen längs bearbetningsriktningen torde ha gett betydligt lägre värden. Topografin efter spadrullharven utmärks främst av svackor, där spadarna gått ner i marken, och däremellan vissa högre partier. Skillnaderna i längs- och tvärled torde vara betydligt mindre för detta redskap.

Av tabell 4 framgår att samtliga efterharvar har tilljämnat ytan efter s-pinnharven. Ribbvältarna har varit något effektivare än de övriga efterharvarna. I ett examensarbete redogör Sandström (1968) närmare för långfingerharvarnas utjämnande effekt.

###### 4.1.2. Bearbetningsbottnens jämnhet

I tabell 5 redovisas resultaten från mätningarna av bearbetningsbottnens råhet, dels i samma typ av försök, där markytans råhetstal mättes, dels i försök där olika typer av s-pinnharvar, Tive och Kongskilde, jämförts. Tiveharven är en medharv med vridbara pinnaxlar, medan Kongskilde är en hjulharv med fasta pinnaxlar, där djupinställningen regleras med hjulen. I Kongskildeharven finner sig pinnspetsen rakt under pinnfästet, medan den i Tiveharven befinner sig bakom fästet. Mätningar av harvpinnarnas rörelser



Tabell 3. Markytans råhet i cm  $R_{P.10,50}$  efter olika antal harvningar med s-pinnharv och spadrollharv.

*Soil surface roughness in cm  $R_{P.10,50}$  after different numbers of harrowings with s-tine harrow and rotary spade harrow.*

Försök nr <i>Trial no.</i>	Antal harv. <i>No. of harrowings</i>			Antal harv. <i>No. of harrowings</i>		
	S-pinnharv <i>S-tine harrow</i>			Spadrollharv <i>Rotary spade harrow</i>		
	1	2	3	1	2	3
U1 80	6,0	6,3	5,3	4,3	3,9	3,5
U1 90	5,0	5,1	5,2	3,7	4,2	3,7
U1 91	5,6	5,2	4,6	3,9	3,2	3,0
Medeltal <i>Average</i>	5,5	5,5	5,0	4,0	3,8	3,4

Tabell 4. Markytans råhet i cm  $R_{P.10,25}$  efter olika efterharvar i jämförelse med s-pinnharv.

*Soil surface roughness in cm  $R_{P.10,25}$  after different trailer harrows in comparison with s-tine harrow.*

Försök nr <i>Trial no.</i>	S-pinnharv	Långfingerharv	Kongskilde	Ribbvält	<del>Crumble roller</del>
	S-tine harrow	Long-finger harrow	efterharv	Tume	Kongskilde
			Trailer harrow		
U1 92	5,5	4,1	--	3,9	4,0
U1 93	5,4	4,4	--	4,0	3,7
U1 110	5,4	3,9	4,2	2,3	3,1
U1 111	5,1	4,0	3,2	2,6	3,3
Medeltal <i>Average</i>	5,4	4,1	3,7	3,2	3,5

Tabell 5. Bearbetningsbottnens råhet i cm ( $R_{P.10,25}$ ) efter olikabearbetningar. Tillage bottom roughness in cm ( $R_{P.10,25}$ ) after different cultivations,

- a. S-pinnharv jämförd med spadrullharv.  
S-tine harrow in comparison with rotary spade harrow.

Försök nr	S-pinnharv Tive S-tine harrow, Tive			Spadrullharv Sampo Rotary spade harrow, Sampo		
Trial no,	Antal harvningar No. of harrowings			Antal harvningar No. of harrowings		
	1	2	3	1	2	3
U1 80	1,8	2,6	2,5	3,1	2,5	2,9
U1 85	3,5	2,5	2,4	3,8	2,7	2,7
U1 90	2,5	2,5	2,5	2,2	2,6	2,4
U1 91	1,9	1,8	1,7	2,0	1,9	1,6
Medeltal Average	2,4	2,4	2,3	2,8	2,4	2,4

- b. Jämförelse mellan två s-pinnharvar Tive och Kongskilde efter två harvningar. Comparison between two s-tine harrows. Tive and Kongskilde, after two harrowings.

Försök nr	Trial no,	Tive	Kongskilde
U1 80		2,6	2,1
U1 84		2,4	2,5
U1 85		2,5	1,7
U1 86		3,5	3,3
Medeltal Average		2,8	2,4

- c. Jämförelse mellan s-pinnharv och olika efterharvar.  
Comparison between s-tine harrow and different trailer harrows.

Försök nr	S-pinnharv	Långfingerharv	Ribbvält Crumble roller	
Trial no,	S-tine harrow	Long-finger harrow	Tune	Kongskilde
U1 92	1,9	1,5	2,0	1,7
U1 93	1,4	1,7	1,6	1,5
U1 110	1,7	1,4	1,3	1,1
Medeltal Average	1,7	1,5	1,6	1,4

vid olika statistiska belastningar visar att variation i arbetsdjup blir mindre vid anföring typ Kongskilde (Möller, 1970). I praktiken måste emellertid flera andra faktorer, som påverkar bearbetningsdjupet och dess jämnhet, beaktas.

I tabell 5a jämförs bearbetningsbottnens jämnhet efter s-pinnharv (Tive) och spadrollharv (Sampo). Inom en sträcka av 25 cm är höjdvariationerna 2,5 cm i medeltal, vilket visar att det finns stora ojämnheter i bearbetningsbotten. Skillnaderna mellan redskapen är däremot små. Spadarna i spadrollharven åstadkommer gropar i botten medan pinnarna i s-pinnharven skapar ett mönster av kanmar och svackor parallellt med sista körriktningen. Råheten har endast mätts vinkelrätt mot sista körriktningen, vilket kan förklara de små skillnaderna. Vid mätning även i körriktningen kan man räkna med lägre råhetsvärden för s-pinnharven.

Av tabell 5b framgår att bearbetningsbotten är något jämnare efter Kongskildeharven än efter Tiveharven. Pinnställningen kan vara en bidragande orsak men skillnaden i anföringen till traktorn kan också påverka resultatet. Tiveharven kan svänga kring en dragpunkt, medan Kongskildeharven är anafäst i de båda hydraularmarna, så att den är mindre rörlig i sidled. Kongskildeharven tvingas genombearbeta även hårdare partier medan Tiveharven genom slingerrörelser kan undvika dessa.

I tabell 5c visas råhetstalen för bearbetningsbottnarna efter olika efterharvar. Bottnarna är jämnare i dessa försök, vilket torde bero på förhållandena på försöksplatserna. Den tilljämning som efterharvarna orsakat är mycket obetydlig.

#### 4.1.3. Bearbetningsdjup

I tabell 6a och b redovisas harvningsdjup bestämda enligt den tidigare beskrivna rantechniken. Spadrollharven saknar enkla djupinställningar och harvens djupgående bestäms till stor del av dess vikt och markens hårdhet. I de försök med s-pinnharv och spadrollharv, som redovisas i tabell 6a, har detta medfört en djup bearbetning med spadrollharven. Av tabellen framgår också att djupet ökar med ökat antal harvningar, vilket även varit fallet i andra undersökningar (Henriksson, 1971).

Tabell 6b visar att bearbetningsdjupet efter ribbvälten är något mindre än i övriga led. Det kan bero på att jorden åter packats mot botten av ribbvälten, men för att klarlägga detta fordras ytterligare undersökningar.

Tabell 6. Harvningsdjupet i cm efter olika bearbetningar.

*Harrowing depth in cm after different cultivations.*

a. S-pinnharv jämförd med spadrullharv.

*S-tine harrow in comparison with rotary spade harrow.*

Försök nr	S-pinnharv Tive			Spadrullharv Sampo		
	<i>S-tine harrow, Tive</i>			<i>Rotary spade harrow, Sampo</i>		
Trial no.	Antal harvningar			Antal harvningar		
	<i>No. of harrowings</i>			<i>No. of harrowings</i>		
	1	2	3	1	2	3
U1 80	6,0	2,8	5,0	5,4	7,2	8,0
U1 85	5,2	5,6	7,0	6,8	6,9	9,4
U1 90	4,0	4,1	4,3	6,2	6,3	7,1
U1 91	4,7	4,8	5,1	6,6	7,5	9,1
Medeltal	5,0	4,3	5,4	6,3	7,0	8,4
<i>Average</i>						

b. Jämförelse mellan s-pinnharv och olika efterharvar.

*Comparison between s-tine harrow and different trailer harrows.*

Försök nr	S-pinnharv	Långfingerharv	Ribbvält <i>Crumble roller</i>	
Trial no.	<i>S-tine harrow</i>	<i>Long-finger harrow</i>	Tune	Kongskilde
U1 92	6,0	6,2	5,8	5,8
U1 93	4,6	4,4	4,2	4,3
U1 110	4,7	4,7	3,8	4,1
Medeltal	5,1	5,1	4,6	4,7
<i>Average</i>				

Tabell 7. Bearbetad jord per 0,25 m<sup>2</sup> i försök nr 110, efter s-pinneharv och olika efterharvar. *Cultivated soil per 0,25 m<sup>2</sup> in trial no. 110 after s-tine harrow and different trailer harrows.*

	S-pinneharv harv	Långfinger- harv	Ribbvält Tume	<i>Crumble roller</i> Kongskilde	Kongskilde efter- harv
	<i>S-tine harrow</i>	<i>Long-finger harrow</i>			<i>Kongskilde trailer harrow</i>
Volym l	11,8	11,6	9,5	10,3	11,1
<i>Volume l</i>					
Djup cm	4,7	4,6	3,8	4,1	4,5
<i>Depth cm</i>					
Vikt kg	11,0	10,8	8,8	9,7	10,2
<i>Weight kg</i>					
Torr volym- vikt	0,93	0,93	0,93	0,94	0,92
<i>Dry bulk density</i>					

I tabell 7 redovisas rammätningarna i försök Ul 110 där jordarten var en måttligt mullhaltig molättlera. Försöket harvades tre gånger med s-pinnharv(Tive). Därefter kördes efterharvarna i bärranen tre gånger i följd. Mätningarna har upprepats 4 gånger i varje led. En variansanalys av de uppmätta bearbetningsdjupen visar på statistiskt säkra skillnader mellan leden på 99 %-nivån (<sup>xx</sup>). Medelfelet är  $\pm 0,14$  cm. Skillnaderna i torra volymvikten mellan leden är däremot små och icke signifikanta. Medelfelet är  $\pm 0,04$ .

#### 4.1.4. Aggregatstorleksfördelning

Aggregatstorleksfördelningen redovisas i tabell 8 och 9 dels som andelen aggregat < 4 mm i procent av hela provet, dels som den geometriska aggregatmedeldiametern i mm. Medeltalen för de olika försöken visar samma tendenser oberoende av vilket mått som använts. Resultaten måste dock användas med stor försiktighet, då spridningen inom leden är stor.

I fig.2 återges summationskurvorna för aggregatstorleksfördelningarna efter en harvning med s-pinnharv dels på en styv lera (Ul 90), dels på en lätt mellanlera (Ul 91). I dessa båda storleksfördelningar är andelen aggregat <4 mm lika (43 %) men medeldiametern skiljer sig. Den är 8,3 mm för den styva leran (Ul 90) som domineras av aggregat 4 - 16 mm stora. För mellanleran är däremot medeldiametern 11,3 mm, vilket beror på att andelen grövre aggregat är större. Santidigt är andelen fina aggregat också större. I den styva leran var aggregaten stabila och ökat antal harvningar medförde endast små förändringar av storleksfördelningen, medan aggregatstorleken minskade vid ökad bearbetning på mellanleran.

I tabell 8a och 9a jämförs s-pinnharv och spadrullharv. Resultaten tyder på att ökat antal harvningar oftast ger en mindre aggregatstorlek. S-pinnharven har åstadkommit något finare bruk än spadrullharven. S-pinnharven har i motsats till spadrullharven varit utrustad med sladdplanka.

I tabell 8b och 9b jämförs två s-pinnharvar, Tive och Kongskilde. Den förra var försedd med långfingerharv och den senare med ribbvält. Ribbvältens fjädrar har varit så hårt spända att harven till stor del burits upp av sladdplanka och ribbvält. Kongskildeharven har därigenom fått en god krossningseffekt, vilket kan förklara det finare bruket efter denna harv. I andra försök (Olsson, 1972) har Kongskilde jämförts med en annan S-pinnharv med långfingerharv (Ran). Kongskilde-

Tabell 8. Aggregat < 4 mm i % i det bearbetade lagret.

*Aggregate < 4 mm in percent in the cultivated layer.*

a. S-pinneharv jämförd med spadrullharv.

*S-tine harrow in comparison with rotary spade harrow.*

Försök nr	S-pinneharv Tive			Spadrullharv Sampo		
<i>Trial no.</i>	<i>S-tine harrow, Tive</i>			<i>Rotary spade harrow, Sampo,</i>		
	Antal harvningar			Antal harvningar		
	<i>No. of harrowings</i>			<i>No. of harrowings</i>		
	1	2	3	1	2	3
U1 80	29,6	31,7	42,5	32,5	34,9	34,2
U1 85	26,8	37,9	42,5	22,7	33,7	32,5
U1 90	43,5	41,2	41,6	28,7	30,8	35,3
U1 91	42,7	49,7	55,4	40,9	48,0	51,0
Medeltal <i>Average</i>	35,7	40,1	45,5	31,2	36,9	38,3

b. Jämförelse mellan två s-pinneharvar Tive och Kongskilde efter två harvningar. *Comparison between two s-tine harrows Tive and Kongskilde after two harrowings.*

Försök nr <i>Trial no.</i>	Tive	Kongskilde
U1 80	31,7	39,6
U1 84	32,2	47,8
U1 85	37,9	38,2
U1 86	46,2	51,8
Medeltal <i>Average</i>	37,0	44,4

c. Jämförelse mellan s-pinneharv och olika efterharvar.

*Comparison between s-tine harrow and different trailer harrows.*

Försök nr	S-pinneharv	Långfingerharv	<u>Ribbvält <i>Crumble roller</i></u>	
<i>Trial no.</i>	<i>S-tine harrow</i>	<i>Long-finger harrow</i>	Tume	Kongskilde
U1 92	24,9	24,7	26,5	24,5
U1 93	42,3	33,7	39,0	41,1
U1 99	28,3	24,6	29,7	33,3
U1 110	50,7	52,2	54,7	55,6
U1 111	50,0	49,6	53,0	40,6
Medeltal <i>Average</i>	39,2	37,0	40,6	39,0

Tabell 9. Aggregatens geometriska medeldiameter i mm i det bearbetade lagret.  
*Geometric mean diameter in mm of the aggregates in the cultivated layer*

a. S-pinneharv jämförd med spadrullharv.  
*S-tine harrow in comparison with rotary spade harrow.*

Försök nr	S-pinneharv Tive <i>S-tine harrow Tive</i>			Spadrullharv Sampo <i>Rotary spade harrow Sampo</i>		
<i>Trial no.</i>	Antal harvningar <i>No. of harrowings</i>			Antal harvningar <i>No. of harrowings</i>		
	1	2	3	1	2	3
U1 80	12,26	11,10	7,33	10,35	8,80	9,78
U1 85	16,63	9,75	7,37	14,69	12,70	10,51
U1 90	8,33	9,16	8,94	14,19	11,15	10,30
U1 91	11,31	8,54	6,88	12,48	8,69	8,15
Medeltal <i>Average</i>	12,13	9,64	7,64	12,93	10,34	9,69

b. Jämförelse mellan två s-pinneharvar Tive och Kongskilde efter två harvningar.

*Comparison between two s-tine harrows Tive and Kongskilde trawler harrowings.*

Försök nr	<i>Trial no.</i>	Tive	Kongskilde
U1 80		11,10	8,86
U1 84		8,27	6,43
U1 85		9,75	9,84
U1 86		6,77	5,28
Medeltal	<i>Average</i>	8,97	7,60

c. Jämförelse mellan s-pinneharv och olika efterharvar. *Comparison between s-tine harrow and different trailer harrows.*

Försök nr	S-pinneharv	Långfingerharv	Ribbvält	<i>Omribble roller</i>
<i>Trial no.</i>	<i>S-tine harrow</i>	<i>Long-finger harrow</i>	Tune	Kongskilde
U1 92	12,70	15,92	13,80	14,14
U1 93	11,32	14,58	12,50	11,70
U1 99	14,18	14,37	12,35	13,19
U1 110	10,36	10,37	8,41	7,67
U1 111	8,93	9,34	7,40	13,03
Medeltal <i>Average</i>	11,50	12,92	10,89	11,95



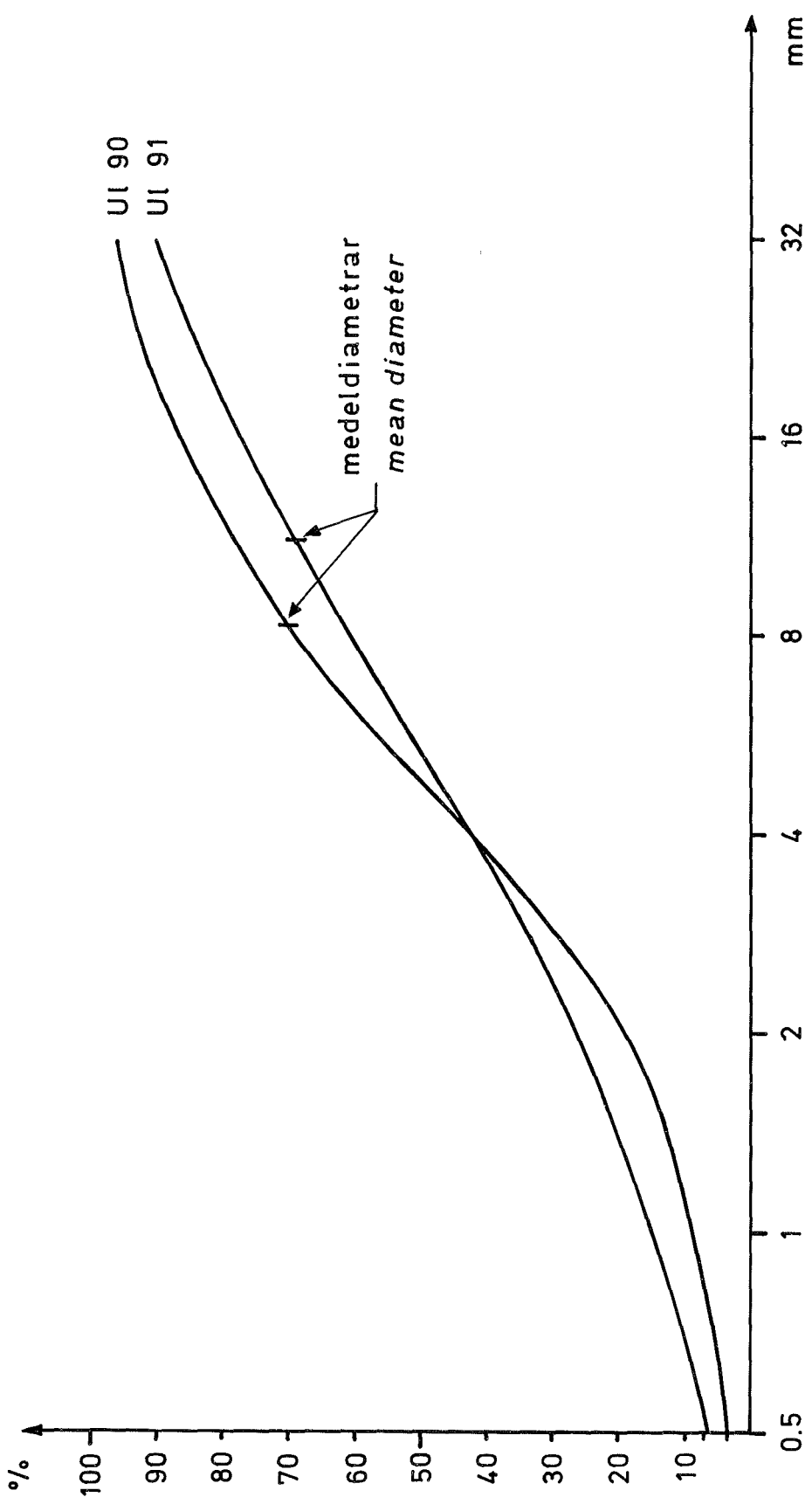


Fig. 2. Aggregatstorleksfördelning i försök nr UI 90 och UI 91 efter 1 harvning med S-pinnharv.  
Fig. 2. Aggregate size distribution in trial no UI 90 and UI 91 after 1 harrowing with S-tine harrow.

Tabell 10. Aggregatstorleksfördelning m.m. i försök Ul 110 med s-pinneharv och olika efterharvar.

*Aggregate size distribution in trial no. Ul 110 with comparisons between s-tine harrows and different trailer harrows.*

	a	b	c	d	e	
	S-pinne- harv	Lång- finger- harv	Ribbvält <u>Crumble roller</u> Tume	Kongskilde	Kongskilde Medelfel efterharv	
	<i>S-tine harrow</i>	<i>Long- finger- harrow</i>			<i>Trailer harrow</i>	<i>Mean error</i>
<i>Djup 0-2 cm Depth 0-2 cm</i>						
Vikt jord kg	2,4	2,5	1,7	2,0	2,3	
<i>Weight soil kg</i>						
% < 4 mm	28,2	31,0	28,7	37,3	26,7	±4,74
Aggr. diam. mm	19,7	20,7	17,2	13,8	19,9	±2,68
<i>Weight soil kg</i>						
<i>Djup 2-4 cm Depth 2-4 cm</i>						
Vikt jord kg	2,7	2,5	2,6	2,7	2,6	
<i>Weight soil kg</i>						
% < 4 mm	56,7	58,7	61,8	58,1	60,9	±2,44
Aggr. diam. mm	6,9	6,7	5,4	6,1	6,2	±0,59
<i>Djup 4 cm till bearbetn. botten. Depth 4 cm to the bottom of cultivation.</i>						
Vikt jord kg	2,3	1,9	1,5	1,9	1,7	
<i>Weight soil kg</i>						
% < 4 mm	68,0	71,1	72,8	71,9	72,6	±1,99
Aggr. diam. mm	4,3	3,7	3,5	3,4	3,4	±0,32
<i>Somma dellager Total sum of the different layers</i>						
Vikt jord kg	7,4	6,9	5,8	6,6	6,6	
<i>Weight soil kg</i>						
% < 4 mm	50,7	52,2	54,7	55,6	52,4	±2,46
Aggr. diam. mm	10,4	10,4	8,4	7,7	10,0	±0,98

harven har där gett ett grövre bruk och flera torvor på vallbrott. Detta har tolkats så att den på grund av sin stummare anföring till traktorn tvingas genomarbete hårdare partier bättre, varvid grövre kokor eller torvor dras upp. Till vidare måste därför resultaten tolkas med försiktighet.

I tabell 8c och 9c redovisas resultaten från försöken med olika efterharvar. En bearbetning med olika efterharvar har inte haft någon effekt på aggregatstorleksfördelningen. I försök U1110 på en molättlera, där efterharvarna kördes 3 gånger minskade aggregatstorleken efter bearbetning med ribbvält. Kokorna var inte hårdare än att de kunde sönderdelas av detta redskap.

Resultaten från försök U1 110 redovisas mer detaljerat i tabell 10. Skikten 0 - 2 cm och 2 - 4 cm har tagits ut med jordhyvel. Fyra parallellprov har tagits. I det översta skiktet varierar jordmängden, eftersom det är svårt att exakt fastställa markytans läge. I mellanskiktet är däremot jordvikterna jämna. Bottenskiktet har tagits ut genom att, liksom vid rammätningarna, sanla upp den återstående lösa jorden, vilket förklarar de växlande vikterna.

Mellan de olika leden föreligger det inga statistiskt säkra skillnader i aggregatstorleksfördelningen varken uttryckt som andel aggregat < 4 mm eller som medeldiametern för något skikt eller totalt för hela lagret. Medeldiametern är det statistiskt sett något säkrare värdet och av den anledningen att föredra i detta fall.

Uppdelningen i skikt visar hur snabbt aggregatsstorleksfördelningen varierar med djupet. En felaktig fastläggning av markytans nivå kan få stor effekt på storleksfördelningen i de olika skikten. Uppdelningen i skikt har i dessa försök gett mycket liten information om förhållandena i det bearbetade lagret utöver vad, som erhålles vid en provtagning från hela lagret. Vid rutinbestämningar torde det därför vara bättre att slopa denna skiktuppdelning och i stället öka antalet parallellbestämningar, vilket är nödvändigt för att få säkra resultat.

#### 4.1.5. Vattenhalt i marken

Vattenhalten i marken på försöksplatserna vid bearbetningstidpunkterna redovisas i tabell 2. Vattenhalter bestämda på jordprov från rammätningarna redovisas i tabell 11 a för några försök, där s-pinnharv och spadruharv jämförs. Då proven utom i försök

Tabell 11 a. Vattenhalt i vikts% i det bearbetade lagret efter bearbetning med s-pinneharv resp. spadrullharv.

*Water content in percent by weight after cultivation with s-tine harrow and different trailer harrows, May 15.*

Försök nr	Dag	S-pinneharv <i>S-tine harrow</i>			Spadrullharv <i>Rotary spade harrow Sampo</i>		
<i>Trial no.</i>	<i>Day</i>	Antal harvningar <i>No. of harrowings</i>			Antal harvningar <i>No. of harrowings</i>		
		1	2	3	1	2	3
U1 80	12.5	12,3	17,5	18,4	16,6	17,6	20,2
U1 82	29.5	7,3	10,5	10,8	9,7	9,9	10,2
U1 90	13.5	7,2	7,3	8,0	9,7	9,6	10,3
U1 91	14.5	11,6	15,0	17,4	16,9	18,8	19,7
Medeltal	<i>Average</i>	9,6	12,6	13,7	13,2	14,0	15,1

Tabell 11 b. Vattenhalt i vikts% efter bearbetning med s-pinneharv och olika efterharvar den 15.5.

*Water content in percent by weight after cultivation with s-tine harrow and different trailer harrows, May 15.*

Försök nr o. lager	S-pinneharv	Långfingerharv	Ribbvält	<i>Crumble roller</i>
<i>Trial no. and layer</i>	<i>S-tine harrow</i>	<i>Long-finger harrow</i>	<i>Tume</i>	<i>Kongskilde</i>
U1 92 Bearbetat lager	<i>Cultivated layer</i>			
Övre hälften	7,4	5,4	7,1	6,3
<i>Upper half</i>				
Nedre hälften	6,0	6,6	9,1	7,2
<i>Lower half</i>				
Från bearbetningsbotten - 5 cm därunder	<i>From working depth - 5 cm below</i>			
	16,5	16,6	18,2	17,6
U1 93 Bearbetat lager	<i>Cultivated layer</i>			
Övre hälften	5,0	6,7	5,1	6,5
<i>Upper half</i>				
Nedre hälften	8,8	11,0	11,4	12,1
<i>Lower half</i>				
Från bearbetningsbotten - 5 cm därunder	<i>From working depth - 5 cm below</i>			
	18,6	19,4	20,0	18,9

Ul 80 har tagits ut kort tid efter bearbetningarna torde skillnaderna till stor del bero på olikheter i bearbetningsdjup mellan leden .

I tabell 11b visas resultaten från vattenhaltsmätningar utförda i försök med efterharvar en dag efter bearbetningen. Skillnaderan är små men går i riktning mot en högre vattenhalt i led bearbetade med efterharv. Orienterande modellförsök tyder också på att en tilljämning av markytan under vissa förhållanden kan minska avdunstningen. För att få klarhet i hur vattenhaltsförhållandena i marken påverkas måste betydligt noggrannare och mer arbetskrävande undersökningar genomföras.

#### 4.2. Undersökningar i grödan

Inga av de tidigare behandlade försöken med olika efterharvar och bara en del med s-pinnharvar och spadrullharvar har sätts. Mätningarna i grödan behandlas därför kortfattat.

##### 4.2.1. Sådjup

Sådjupen i tre försök, där s-pinnharv och spadrullharv använts, jämförs i tabell 12. Sådjupen är något större i de med spadrullharv bearbetade leden. Ökat antal harvningar har också ökat sådjupen något. Harvningsdjupet varierade på likartat sätt i dessa försök.

##### 4.2.2. Plantantal

Plantantalet som räknats 2 - 3 veckor efter uppkomsten redovisas i tabell 13. I försök Ul 82 är plantantalet under det optimala i samtliga led, som har bearbetas med spadrullharv. Plantantalet är i medeltal lägre efter spadrullharven jämfört med s-pinnharven.

##### 4.2.3. Skörd

Totalt har 10 försök med jämförelser mellan s-pinnharv och spadrullharv skördats. Det är dels några av de tidigare behandlade försöken, dels några enkla försök från M-, R- och C-län, där endast skörden bestämts. Försöken har lagts ut både i vårsäd (korn och havre) och i höstsäd (höstvetete). Skörden i kg/ha redovisas i tabell 14 och 15. Skörden är något lägre för spadrullharven jämfört med s-pinnharven både i vårsäd och höstsäd. Skillnaderna i

Tabell 12. Sådjun i cm. S-pinneharv jämförd med spadrollharv.

*Sowing depth in cm. S-tine harrow compared with rotary spade harrow.*

Försök nr <i>Trial no.</i>	S-pinneharv Tive <i>S-tine harrow, Tive</i>			Spadrollharv Sampo <i>Rotary spade harrow, Sampo</i>		
	Antal harvningar <i>No. of harrowings</i>			Antal harvningar <i>No. of harrowings</i>		
	1	2	3	1	2	3
U1 80	2,7	2,9	4,1	3,7	3,5	4,1
U1 82	3,1	3,6	3,4	3,8	3,3	3,9
U1 91	5,2	5,5	5,6	7,2	7,5	7,8
Medeltal <i>Average</i>	3,7	4,0	4,4	4,9	4,8	5,3

Tabell 13. Plantantal per 0,25 m<sup>2</sup>. S-pinneharv jämförd med spadrollharv.*No. of plants per 0,25 m<sup>2</sup>. S-tine harrow compared with rotary spade harrow.*

Försök nr <i>Trial no.</i>	S-pinneharv Tive <i>S-tine harrow, Tive</i>			Spadrollharv Sampo <i>Rotary spade harrow, Sampo</i>		
	Antal harvningar <i>No. of harrowings</i>			Antal harvningar <i>No. of harrowings</i>		
	1	2	3	1	2	3
U1 80	82	100	102	92	93	94
U1 82	47	59	47	37	43	34
U1 91	76	84	78	66	68	69
Medeltal <i>Average</i>	68	81	76	65	68	66

Tabell 14. Skörd av vårsäd i kg/ha. S-pinneharv jämförd med spadrullharv.  
*Yield of spring sown cereals in kg/ha. S-tine harrow compared with rotary spade harrow.*

Försök nr <i>Trial no.</i>	S-pinneharv <i>S-tine harrow</i>	Spadrullharv <i>Rotary spade harrow</i>
U1 81	3 250	3 170
U1 83	3 140	3 040
U1 91	2 530	2 500
M 806	3 460	3 480
M 807	3 500	3 340
M 809	4 750	4 710
Medeltal <i>Average</i>	3 440	3 370

Tabell 15. Skörd av höstvetete i kg/ha. S-pinneharv jämförd med spadrullharv.  
*Yield of winter wheat in kg/ha. S-tine harrow compared with rotary spade harrow.*

Försök nr <i>Trial no.</i>	S-pinneharv <i>S-tine harrow</i>	Spadrullharv <i>Rotary spade harrow</i>
U1 105	5 230	4 670
U1 106	2 000	2 110
U1 107	2 630	2 550
R 207/70	4 000	4 000
Medeltal <i>Average</i>	3 470	3 330

de enskilda försöken är dock inte statistiskt säkra. Försöken har bearbetats 2 - 4 gånger, och i regel samma antal med båda redskapen.

## 5. Diskussion

### 5.1. Mätningar av bearbetningseffekter

Huvudsyftet med dessa försök har varit att skaffa erfarenhet av och vidareutveckla mätmetoder för att jämföra olika redskaps bearbetningseffekter. Denna genomgång av de hittills erhållna mätresultaten tyder på att principerna för den använda metodiken är riktiga. Men genomgången har också visat på brister i tekniken. Säkerheten i medeltalsbestämningarna måste ökas genom en förbättrad provtagnings- och mätteknik och fler upprepningar. Möjligheten att då använda spridningen mellan upprepningarna, som ett mått på såbäddens ojämnhet, måste undersökas. Vid fortsatta undersökningar måste följande synpunkter beaktas.

Utgångsläget måste fastläggas noggrannare och mera konsekvent genom en beskrivning och mätning av ytlagrets egenskaper före bearbetningen.

Markytans- och bearbetningsbottnens jämnhet behöver mätas i olika riktningar t.ex. både tvärs och längs senaste bearbetningsriktningen.

Bearbetningsdjupet. Uttagningen av det lösa jordlagret och framprepareringen av bearbetningsbottnen går bra på lerjordar, men från andra jordar har vi liten erfarenhet. Vägningen av jorden torde ofta kunna uteslutas, då volymvikten i hinkarna visat sig vara ganska konstant. Vattenhaltprovtagningen kan också ofta slopas om vattenhalten bestäms vid bearbetningstillfället.

Aggregatstorleksfördelningen i det bearbetade lagret kan bestämmas på jorden från bearbetningsdjupsmätningen förutsatt att vattenhaltsprovtagningen slopas. Om prov från olika skikt ska tagas ut måste nivåerna fastställas mycket noggrannt. Den sållapparat som används, delar upp materialet i ett flertal fraktioner, vilket ger god information om storleksfördelningen och stor flexibilitet för fortsatt behandling av erhållna data. En aggregatmedeldiameter, vars storlek påverkas av samtliga fraktioner, bör beräknas.

Vattenhaltsbestämningar för att fastställa hur bearbetningar med olika redskap påverkar vattenhalten i marken kräver en stor arbetsinsats. Smärre provtagningsserier är ofta meningslösa, då



inga säkra resultat erhålles.

En rutinundersökning kan, med hänsyn till vad som tidigare sagts, genomföras på följande sätt.

1. Markytans jämnhet i två riktningar bestäms med pinnbräde.
2. Ramen slås ner, den lösa jorden tages ut, volymbestäms, och sparas för sällning.
3. Ramen tages bort, bearbetningsbotten finjusteras med tryckluft och jämnheten bestäms med pinnbräde.

Detta tillvägagångssätt sparar arbete jämfört med tidigare och ger möjligheter till ett ökat antal upprepningar. Erfarenheten tyder på att minst 6 parallellbestämningar behövs. För andra bearbetningseffekter t.ex. omblandning och transport av jord behöver lämplig mätmetodik provas ut.

## 5.2. Redskapens bearbetningseffekter

Under arbetets gång har vi fått allmänna erfarenheter, som delvis är underbyggda av våra mätresultat, av olika redskaps arbetssätt och arbetsresultat. Men det måste understrykas, att undersökningarna hittills är i ett inledningsskede.

Våra erfarenheter och resultaten från försöken tyder på att det endast är under speciella förhållanden, som bearbetning med spadrullharv för såbäddsberedning är motiverad t.ex. för att sönderdela torvor efter vallbrott eller hårda kokor vid höstsådden. Vid vårsådden är det svårt att hålla önskat arbetsdjup. För stort djup kan försämra grödans utveckling. Tidigare undersökningar har visat att spadrullharven ibland kan vara ett lämpligt redskap för stubberarbetning (Henriksson, 1970).

I jämförelse mellan de två s-pinnharvarna Tive H-harv och Kongskilde har i regel Kongskildeharven givit något jämnare bearbetningsbotten. I vad mån detta beror på pinnställningen, anfästningen till traktorn eller någon annan faktor kan inte fastställas än.

Samtliga efterharvar har tilljämnat markytan väl, men bearbetningsbotten har däremot inte påverkats. Effekten på aggregatstorleksfördelningen har växlat. Långfingerharvarna har inte påverkat den. Däremot har ribbvältarna förmått sönderdela kokor på lättare jordar. Lagom fuktiga kokor som kommit upp från djupare delar av det bearbetade lagret har också sönderdelats. På styva lerjordar

med stor andel stabila aggregat har aggregatstorleksfördelningen däremot inte påverkats.

I tyska undersökningar av Söhne (1964) samt Sommer och Miloslav (1971) har olika ribbvältar undersökts mera ingående. Deras undersökningar har genomförts på lättare jordar och vid högre vattenhalter än våra. Under dessa förhållanden har bearbetningsbottnarna jämnats något, kokorna har sönderdelats och den lösa jorden i såbädden har i vissa fall packats. Effekternas storlek har påverkats av redskapens detaljutformningar, som avviker från de som använts i de svenska försöken.

Ibland används ribbvältarna som djupregleringsorgan till olika redskap. De har då en rent teknisk funktion som kan motivera deras användning. Över huvudtaget behöver ribbvältarna belastas för att arbeta bra.

## 6. Sammanfattning

I dessa inledande undersökningar om redskapens bearbetningseffekter vid såbäddsberedning har försöksbearbetningar med spadrullharv, olika s-pinnharvar och efterharvar genomförts för att dels få möjlighet att utarbeta en för ändamålet lämplig mätmetodik, och dels få erfarenhet av redskapens arbetssätt.

### 6.1. Mätmetodik

Erfarenheterna hittills tyder på, att en fortsatt utveckling av rutinundersökningarna för att fastställa redskapens arbetsresultat efter följande riktlinjer bör ge goda resultat.

1. Markytans- och bearbetningbottnens jämnhet bestäms med pinnbräden på lämpligt sätt.
2. Bearbetningsdjupet beräknas ur volymen bearbetad jord, som samlas upp från en ram av lämplig storlek, då samtidigt bearbetningsbottnen prepareras fram.
3. Aggregatstorleksfördelningen bestäms genom sällning av den jord som samlats upp vid mätningen av bearbetningsdjupet.
4. Förbättringar av den nu beskrivna metodiken och utveckling av nya mätmetoder för att bestämma bl.a. omblandning och transport av jord krävs.

## 6.2. Redskapens arbetsresultat

Erfarenheterna av de använda redskapens arbetsresultat tyder hit-  
tills på:

att spadrullharven under normala förhållanden inte bör användas  
vid såbäddsberedning, men att den kan vara ett lämpligt redskap  
för att sönderdela torvor på vallbrott eller hårda kokor vid höst-  
sådd,

att Kongskildeharven tycks ge något jämnare bearbetningsbotten än  
Tive H-harven, båda med s-pinnar,

att samtliga efterharvar tilljämnar markytan,

att långfingerharven inte påverkar brukets finleksgrad,

att ribbvälten endast har förmått krossa större mängd kokor på  
lättare jord eller om de har varit lagom fuktiga och därför ej  
så hårda. Det måste dock understrykas, att undersökningarna ännu  
är i ett inledningsskede.

## 7. Summary:

This report contains the results of preliminary investigations on the tillage performance of implements for seed-bed preparations. Trial tillage was done by a rotary spade harrow and various s-tine harrows and trailed harrows, the intention being to gain experience on the implements method of working and to work out suitable methods of measuring the result.

### Measuring methods

The observations made indicate that a continuation of the routine investigations into the working results of the implements on the following lined should give good results.

1. The levelness of the soil surface and the tillage bottom is determined by the reliefmeter.
2. The harrowing depth is calculated from the volume of tilled soil that is collected in a suitably sized frame when the tillage bottom is being prepared.
3. The distribution of aggregate size is determined by sieving the soil collected when measuring the harrowing depth.
4. Improvement of the described methods and the development of new methods of measuring are needed to determine the mixing and transport of soil.

### The tillage performance of the implements.

So far the working results of the implements have shown:

that the rotary spade harrow should not be used in seed-bed cultivations under normal conditions. However it may be a useful implement for breaking up turf after a ley, or hard clods in the autumn,

that the Kongskilde (Triple k) harrow seems to give a somewhat more level tillage bottom than the Tive H harrow, both with s-tines,

that all trailed harrows level the soil surface,

that the long-finger harrow does not influence the aggregate size distribution, and

that the crumble roller was able to crush a large number of clods but only if they were damp and consequently not so hard.

It must be emphasized that the investigations are still at a preliminary stage.

## 8. Litteratur

- Heinonen, R., 1971. Soil management and crop water supply. sid 74.  
Lantbrukshögskolan.
- Henriksson, L., 1970. Olika redskapstyper för stubbearbetning. Jämförelser av arbetssätt och arbetsresultat. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr 21.
- Henriksson, L., 1971. Tilljämning av plogtiltan på hösten. Försök med höstharvning och tillsatsredskap till plogen. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr. 24.
- Håkansson, I., von Polgár, J., 1972. Såbäddens funktion. Kursmaterial, försöksavdelningen för jordbearbetning. Stencil.
- Kritz, G., Håkansson, I., 1971. Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969-70. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr 23.
- Kuipers, H., 1957. A reliefmeter for soil cultivation studies. Neth. J. Agr. Sc. Vol 5, No 4, 255-262.
- Möller, N., 1970. Harvpinnarnas fjädringsegenskaper. Lantmannen, vol. 81, nr 6, sid. 8-10.
- Olsson, U., 1972. Harvar för såbäddsberedning. Seminarieföredrag i växtnäringslära och jordbearbetning. Stencil.
- Sandström, G., 1968. Inledande undersökningar av långfingerharvar. Examensarbete vid institutionen för arbetsmetodik och teknik. Stencil.
- Schaller, F.W., Stockinger, K.R., 1953. A comparison of five methods for expressing aggregation data. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., vol. 17, 310-313.
- Sommer, C., Miloslav, Z., 1971. Aufgaben und Funktion der Wälzgege in einer Saatbettkombination. Landtechnische Forschung, vol. 19, H 3/4, 81-88.
- Söhne, W., 1964. Der Arbeitsvorgang bei der Drahtwälzgege. Grundlagen der Landtechnik, Heft 19, 65-66.