



SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET  
UPPSALA

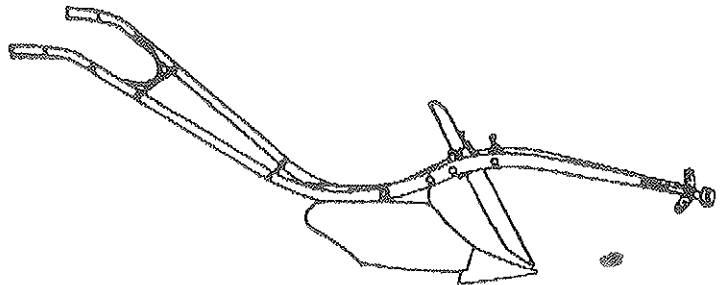
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

# MEDDELANDEN FRÅN --- --- JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,  
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Bulletins from the Division of Soil Management



Nr 8

1994

Jörgen Lidström och Lars Olsson

**NYA SÅMASKINER FÖR REDUCERAD  
BEARBETNING**

*New drills for reduced tillage*

ISSN 0348-0976

ISRN SLU-JB-M--8--SE

## FÖRORD

Detta meddelande beskriver examensarbetet "Nya såmaskiner för reducerad bearbetning", som utfördes under 1993 vid Sveriges lantbruksuniversitet, och ingår som en del i agronomutbildningen. Examensarbetet behandlar två såmaskinsprototyper: JB special och JTI-maskinen. JB special har utvecklats på avdelningen för jordbearbetning, institutionen för markvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet, och utvecklingen har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning.

JTI-maskinen har utvecklats vid Jordbrukstekniska institutet, JTI, som en del i projektet "Utveckling av såteknik för etablering av mellangrödor och huvudgrödor under olika förhållanden". Det projektet finansieras av Statens Jordbruksverk.

Ursprungligen var det tänkt att utvärderingen av såmaskinerna skulle redovisas i två enskilda examensarbeten, JB special (Lars Olsson) respektive JTI-maskinen (Jörgen Lidström). Växtsäsongen 1992-93 undersöktes såmaskinerna i samma försöksserier. Under fältundersökningarna och när resultaten tolkades var det givande att samarbeta då vi har olika studieinriktningar, mark/växt respektive teknik. Som en följd av samarbetet och att stora avsnitt i examensarbetena är gemensamma redovisas de i samma skrift. Specifika avsnitt för JB special och JTI-maskinen har dock Lars Olsson respektive Jörgen Lidström huvudansvaret för.

Slutligen vill vi tacka alla personer på avdelningen för jordbearbetning, som både hjälpt oss under arbetets gång och bidragit till den trevliga atmosfären. Vi tackar även personal på JTI och Överums bruk för deras hjälp. Ett särskilt varmt tack går till våra handledare Birger Danfors och Tomas Rydberg.

Ultuna 1994-01-10

Jörgen Lidström

Lars Olsson

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sidan
INLEDNING .....	5
<b>MATERIAL OCH METODER</b>	
Såmaskiner.....	6
JB special.....	6
JTI-maskinen.....	8
Referenssåmaskiner.....	11
Försöksuppläggning	
Försöksserier.....	12
Gödsling.....	13
Växtskydd.....	13
Väder, växtodlingssäsongen 1993.....	13
Såbäddsundersökning.....	14
Undersökningar under växtsäsongen	
Penetromtermätning.....	15
Plant- och ogräsräkning.....	15
Sådjupsmätning.....	15
Utsädets horisontalfördelning.....	15
Bestockning.....	15
Grönskott.....	16
Skörd.....	16
Såbäddsundersökningar hösten 1993	
JB special.....	16
JTI-maskinen.....	16
Statistiska metoder.....	16
<b>RESULTAT</b>	
Såbäddsundersökning.....	17
Undersökningar under växtsäsongen	
Penetrometermätning.....	21
Plant- och ogräsräkning.....	21
Horisontalfördelning.....	23
Sådjupsmätning.....	23
Bestockning.....	24
Grönskott.....	26
Avkastning	
R2-5015.....	27
R2-5016.....	28
Höstens undersökningar	
JB special.....	29
JTI-maskinen.....	29

<b>DISKUSSION</b>	
Försök och försöksuppläggning .....	30
Såbädden.....	30
Undersökningar under växtsäsongen .....	32
Avkastning .....	34
JB special.....	36
JTI-maskinen.....	39
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	41
<b>SUMMARY</b> .....	42
<b>REFERENSER</b> .....	44
<b>BILAGOR</b>	
I Väderdata	
II Såbäddsdiagram	
III Penetrometerdiagram	

## INLEDNING

Under lång tid har Jordbrukstekniska institutet och avdelningen för jordbearbetning vid Sveriges lantbruksuniversitet undersökt möjligheterna att spara energi i lantbruket genom en övergång till plöjningsfria odlingssystem. Idag finns det ett omfattande försöks- och forskningsmaterial som behandlar den plöjningsfria odlingen. Detta har lett till att man under senare år insett möjligheterna och vikten av att anpassa jordbearbetningen till lokala förhållanden och det enskilda årets förutsättningar. Plöjningsfri odling har givits större möjligheter tack vare utvecklingen av stubbkultivatorer och tallriksredskap det senaste årtiondet. Även utvecklingen av lågtrycksdäck innebär att förutsättningarna för att lyckas med plöjningsfri odling har ökat.

Förutom en övergång till plöjningsfria system är det även möjligt att förenkla den konventionella jordbearbetningen genom till exempel en lägre harvningsintensitet eller direktsådd. I princip kan alla förenklingar av den konventionella jordbearbetningen innefattas i begreppet reducerad jordbearbetning. En reducerad jordbearbetning sparar bränsle, maskinkostnader och tid. Samtidigt kan markstrukturen förbättras genom att den skadliga jordpackningen minskar, tack vare färre körningar. Ofta förbättras även vattenhushållningen i fältet.

En svårighet med plöjningsfri odling är den ökade mängden skörderester vid markytan som ställer större krav på såmaskinens genomsläpplighet av skörderester. Dessa krav ställs också på såmaskinen i växtodlingssystem med mellangrödor, då även de bidrar till en ökad mängd med växtrester i ytan. System med mellangrödor tillämpas för att minska läckaget av närsalter från jordbruksmark till sjöar och vattendrag. Vid sänkt harvningsintensitet minskas dessutom såbäddens finhetsgrad och harvbottens jämnhet, vilket ökar kraven på såbillarnas konstruktion och djuphållande förmåga.

I Nordamerika och Australien har man under det senaste decenniet reducerat jordbearbetningen framför allt för att minska erosionen (Foster & Moldenhauer, 1985). De har därför kommit långt i utvecklingen av direktsåteknik och såteknik för reducerad bearbetning. Förutsättningarna i de ovan nämnda områdena skiljer sig dock från svenska förhållanden då de har andra jordarter och ett annat klimat. På grund av klimatet har de en lägre odlingsintensitet som ger mindre med skörderester, dessutom sår de normalt med ett större radavstånd (Quick et al, 1985). Detta gör det svårt att i Sverige använda deras såmaskiner som vanligtvis har kultivatorbillar med en mindre exakt djuphållning.

I Sverige ställs det större krav på såbillarnas djuphållning om inte avkastningen ska sjunka. Även i England ställer man höga krav och man har där utvecklat "triple-discen" (Nilsson, 1983) som fungerar mycket bra vid direktsådd, speciellt på lättare jordar eller under mindre fuktiga förhållanden (Ward et al, 1991). Den är dock inte byggd för reducerad bearbetning och man kan få problem om det är stora mängder skörderester.

Under de senaste åren har det kommit nya såmaskiner, snedställd enkelskiva med såbill intill skivans bakkant, som klarar skörderester och grovt bruk. Dessa fungerar bra under skiftande förhållanden men klarar inte av att följa en harvbotten. Såmaskinernas skivbillar trycker även ned halm i såfåran. De saknar också jordsökning vilket ställer krav på konstant billbelastning.

En vidareutveckling av såteknik för reducerad bearbetning innefattar en bättre horisontell spridning av utsädet, förbättring av såmaskinernas förmåga att klara av skörderester samt inte minst viktigt, ett tillförlitligt djuphållningssystem som fungerar oberoende av jordart och jordbearbetning. Det finns ytterligare vinster att hämta om såmaskinen klarar av att följa gränsskiktet mellan såbädd och harvbotten. Om man undviker att såbillarna går ned i den fuktiga harvbotten slipper man bearbetning av den fuktigaste jorden, vilket minimerar förlusten av markfukt. Om såbillarna kan följa harvbotten undviker man även risken att

utsädet placeras i torr jord om såbädden har ett ojämnt djup.

Både JB special och JTI-maskinen är prototyper som kan visa sig möta de krav som ställs på såmaskiner i växtodlingssystem med reducerad jordbearbetning och odlingsystem med mellangrödor. I detta meddelande utvärderas de båda såmaskinerna och förslag till förändringar av dem ges.

## MATERIAL OCH METODER

### Såmaskiner

JB special och JTI-maskinen jämfördes med fyra andra såmaskiner i två olika försöksserier. En av referenssåmaskinerna i de höstsådda försöken var Nordsten kombi. I de led som direkt-såddes på hösten ersattes Nordsten med en Bettinson direktsåmaskin. Både Nordsten och Bettinson ersattes med en Väderstad rapid i de vårsådda försöken. Den fjärde referenssåmaskinen i försöken var Ekoodlaren.

#### JB special

JB special är en såmaskin för reducerad bearbetning som sedan 1989 utvecklats på avdelningen för jordbearbetning. Målen med såmaskinen, avsedd för kombisådd, är att klara av rikliga mängder skörderester, och oberoende av antalet förbearbetningar kunna hålla det önskade sådjupet. Till skillnad från en direktsåmaskin ska såbillarna på JB special även kunna följa en harvbotten då så önskas.

Grundkonstruktion och version 1. Såmaskinen i JB special är en Tive combi-jet på vilken ett nytt billaggregat monterats (figur 1). Billaggregatet består av 12 såbillsenheter som är placerade på 25 cm avstånd från varandra. Varje billenhet är ledad i framkant vilket gör att de oberoende av varandra kan svänga i sidled. Såbillens grundkonstruktion kommer från lantbrukare Arne Olsson, Kolbäck, men liknande typer av såbillar avsedda för direktsådd har även utvecklats i Skottland (MacIntyre et al, 1986) och Canada, från vilka idéer till JB special hämtats.

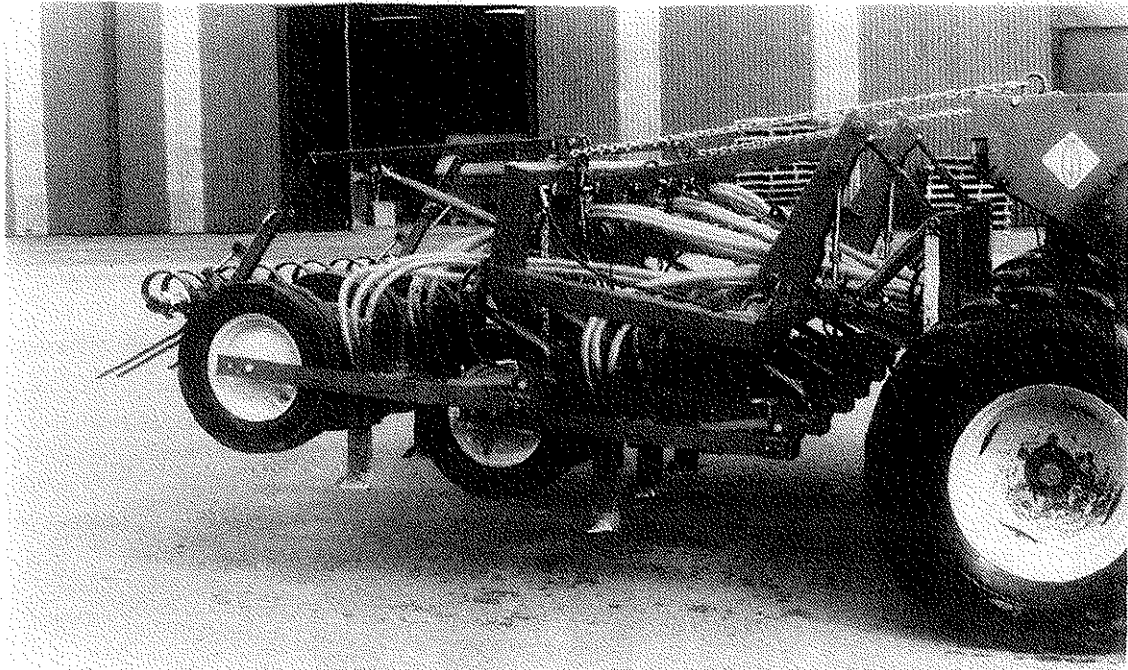
Såbillarna på JB special ser ut som stora vingbillar med ca 14 cm mellan vingpetsarna (figur 2a). På den första versionen av JB special, som kördes säsongen 1989-90, lutade såbillarna ca 12° framåt och vingarna på såbillarna lutade framåt nedåt, vilket gjorde billarna starkt jordsökande. Till varje bill leder tre slangar, två för utsäde och en för gödsel. Utsädet släpps ut under båda vingarna, vilket gör att varje bill sår i två 5 cm breda band. Gödseln myllas djupare än utsädet av ett rör längst fram på billen. Den först utvecklade billen myllade gödseln 3 cm djupare än utsädet.

Såbillarna var de första åren, 1989-1992, fjäderbelastade och billtrycket kunde regleras från 10 till 100 kg. Fjädrarna som tryckte ned billarna fungerade även som stenulösning. Sådjupet styrs individuellt för varje såbill av ett djuphållningshjul som går bakom såbillen vilket även åstadkommer en lätt packning. Hjulet på den första versionen var relativt litet med en diameter på ca 40 cm (Lilla Harrie-hjul). På den första versionen arbetade även en slät skivrist framför billen för att förbättra såbillens penetrering i jorden.

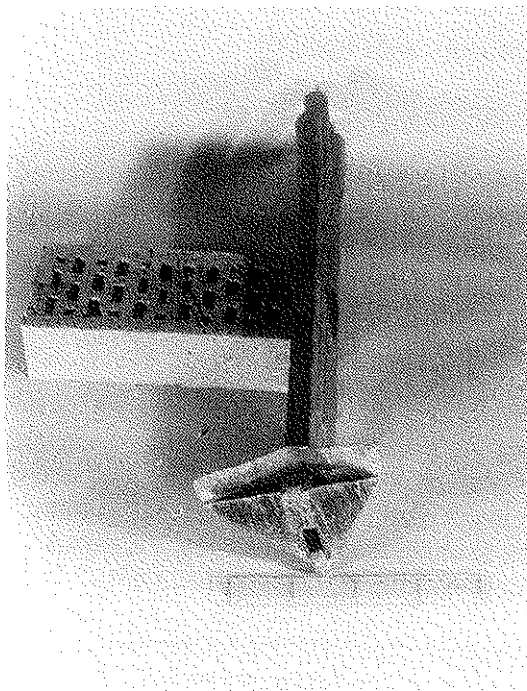
1991. Till våren 1991 ersattes de släta skivristarna med tandade. De tandade skivristarna förväntades skära igenom skörderester bättre och inte pressa ned dem i såfåran i samma utsträckning som de släta skivristarna. Billens jordsökning begränsades genom att dess lutning framåt minskades något. Gödselrörets spets kortades till 1 cm då den tidigare djupare myllningen av gödseln åstadkom en kraftig störning av såbotten vilket försämrade utsädesplaceringen. Djuphållningshjulen byttes ut mot större hjul med en diameter på 57 cm och en bredd på 18 cm (Väderstad-hjul). Dessa hjul packade såbädden jämnt bakom hela såbillens bredd.

1992. För att jämna ut markytan efter djuphållningshjulen utrustades JB special med en harvplanka som efterredskap inför våren 1992. Harvplankan behövs framför allt vid sådd i väl bearbetad jord där såbillarna annars gör djupa fåror. För att kunna ställa om sådjupe snabbare monterades en vev till varje såbills djupreglering.

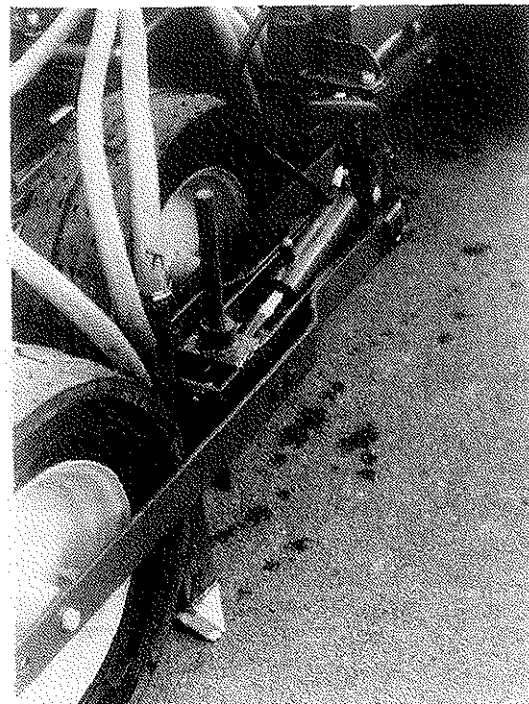
1993. För att förbättra kärnplaceringen och såbillarnas förmåga att följa harvbotten förändrades billupphängningen till våren 1993. Fjäderbelastningen av billarna ersattes med en hydraulcylinder till varje såbill (figur 2b). Hydraulcylindrarna är sammankopplade och billtrycket kan centralt justeras från 0 till 100 kg.



Figur 1. JB special våren 1993.



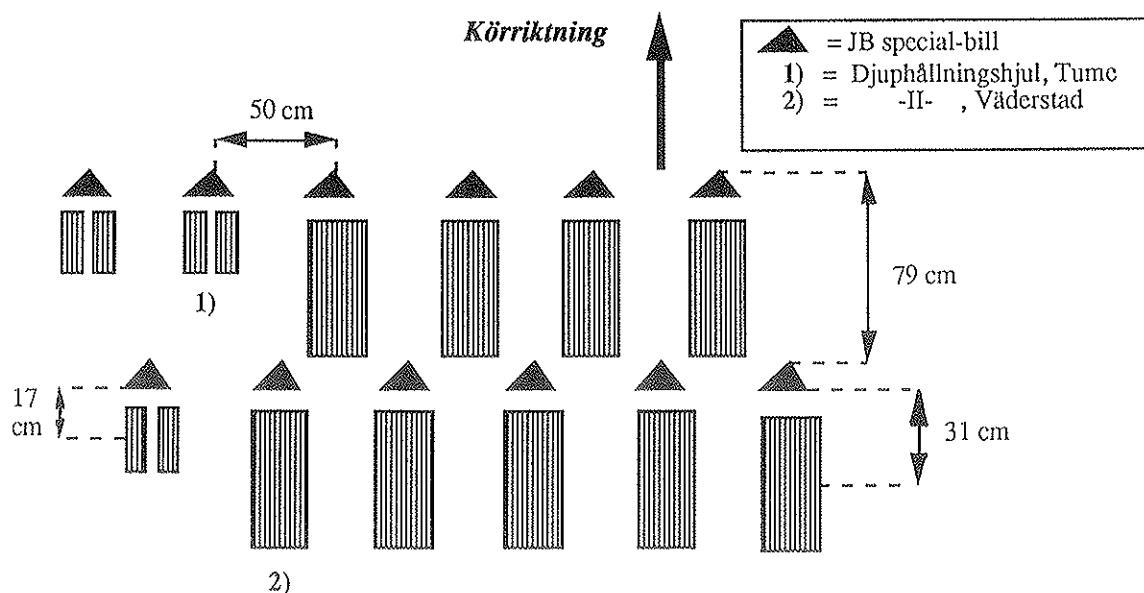
Figur 2. a) JB special-bill.



b) Billupphängning 1993.

Skivristarna togs helt bort, eftersom såbillarna ibland inte gick ned till rätt sådjup på grund av att skivristarna lyfte upp såbillarna. Med den nya billupphängningen tillkom ett nytt problem vid vårsådden. Ett stag i framkanten på såbillsenheterna hindrade i vissa fall såbillarna från att gå ned till det förinställda sådjupet. Till hösten 1993 frästes denna klack bort.

Förändringar hösten 93. Tre såbillar modifierades på Överums bruk för att förbättra kärnplaceringen och såbillens djuphållning. Avståndet mellan såbillens bakre kant och djuphållningshjulet minskades från 31 cm till 17 cm genom att det stora hjulet byttes ut mot två mindre hjul. De små hjulen med diametern 27 cm och bredden 5 cm hade mjuka gummiblåsor som "däck" (Tume-hjul). På en bill togs bottenplåten bort. Denna bill vinklades efter halva försöket bakåt ca 10° så att den fick negativ jordsökning. På den andra billen bockades bakkappan nedåt något. Den tredje såbillen med små hjul hade oförändrad form. Figur 3 visar schematiskt hjul- och billplaceringen under Överumförsöket.



Figur 3. Hjul- och billplacering på JB special hösten 1993, sedd uppifrån.

### JTI-maskinen

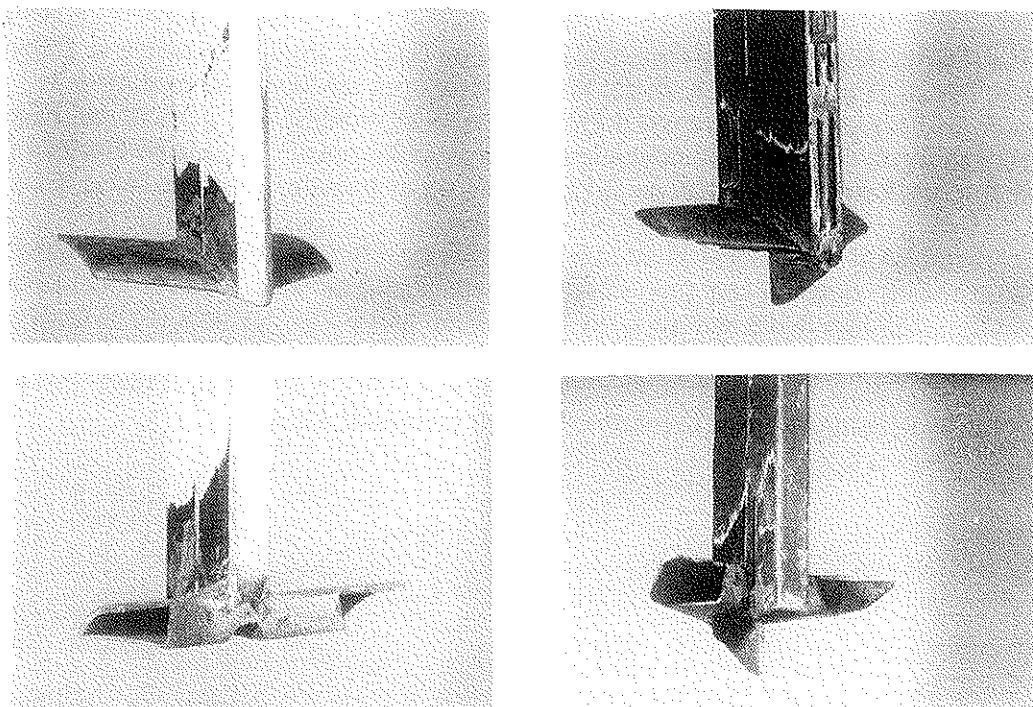
Jordbrukstekniska institutet startade hösten 1990 utvecklingen av en såmaskin för reducerad bearbetning. Denna maskin ska klara av stora mängder växtrester i markytan samt kunna gå ned och skapa sig en egen såbotten vid varierande bearbetningsintensitet. Dessutom ska insädd av mellangröda och sådd av huvudgröda kunna ske samtidigt. För att få en rymlig konstruktion med god genomsläpplighet av växtrester beslöt man sig för att använda vingbillar, som kan så två band med utsäde och samtidigt mylla växtnäring.

Grundkonstruktion. För att komma fram till en lämplig utformning av billen tillverkades och provades ett antal olika modellsåbillar (figur 4) med varierande form och lutning på vingarna. På vissa av modellsåbillarna försökte man, med hjälp av en påsvetsad plåt, skära en 30 mm djup skära framför gödselutsläppet för att mylla växtnäringen djupare. Trots att plåten var tunn medförde den en så kraftig störning av såbotten att man nöjde sig med att låta slitstålet i framkanten på billen gå ned ca 10 mm under utsädets nivå för att lägga gödseln där.

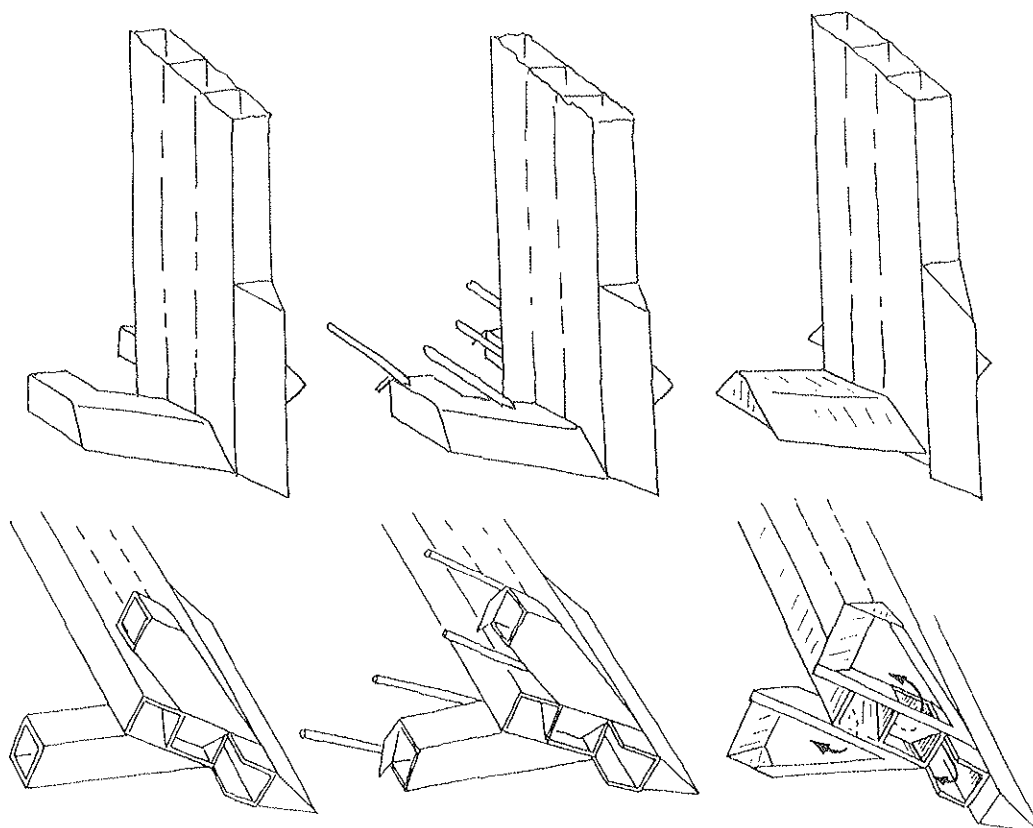
Den billform som slutligen valdes har ett kantigt utseende (figur 5). Den främre kanten lutar tvärt, 42° uppåt, vilket kastar upp jorden och bidrar till en bättre jordsortering och att skörde-  
resterna kommer upp till ytan. Billens vinge har samma höjd inne vid fästet som vid vingens



ytterkant. Därigenom blir sorteringen lika stor över hela vingens bredd, samtidigt som plogningen av jorden blir mindre än med såbillar där vingarna lutar. Av tillverkningstekniska skäl är såbilen osymmetrisk med ena vingen förskjuten bakåt i förhållande till den andra vingen.



Figur 4. Exempel på två modellsåbillar som tillverkades till JTI-maskinen.

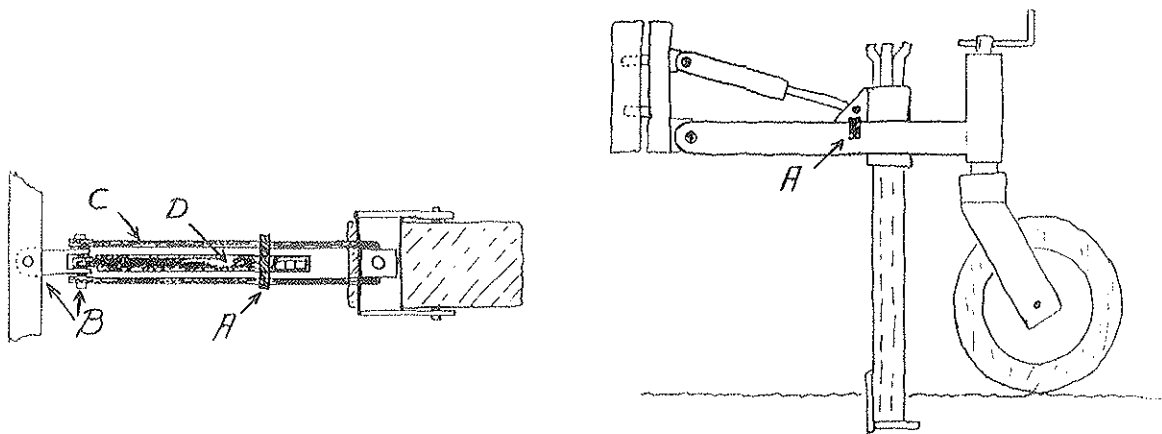


Figur 5. Såbillens utformning på JTI-maskinen 1991, 1992/93 och hösten 1993.

Med utgångspunkt från den valda billmodellen tillverkades ett billaggregat med 12 st såbillar och aggregatet monterades efter en Tive combi-jet. Varje bill sår två rader med utsäde och en rad växtnäring mellan utsädesraderna. På den första uppsättningen billar var varje utsädesutsläpp 26 mm brett och avståndet mellan de båda vingarnas ytterkanter 140 mm.

Såbillarna ska inte följa någon harvbotten utan hålla ett bestämt sådjup oberoende av förarbetningen. För att få ned såbillarna till det förinställda djupet, trycks de ned med hjälp av hydraulkolvar. Sådjupet för varje enskild bill regleras av ett stödhjul som går 450 mm bakom billen. På den första versionen var stödhjulen gjorda av sträckmetall och hade en diameter på 280 mm. För att få en jämnare markyta använde man sig av bredare hjul på de bakre billarna.

Billupphängningen är konstruerad så att billen kan röra sig fritt i förhållande till stödhjulet, då hydraulkolven även fungerar som stenulösare. För att billen inte ska gå ned för djupt begränsas dess rörelseförmåga nedåt med en klack som stannar mot stödhjulets arm (figur 6). Hydraulkolv, bill- och stödhjulsarm är fastsatta i ett gemensamt ledfäste vilket skapar rörlighet för billarna i sidled. För att få bra genomsläpplighet mellan såbillarna är vartannat fäste förskjutet 230 mm bakåt. Avståndet mellan såbillarna (fästena) i sidled är 250 mm.



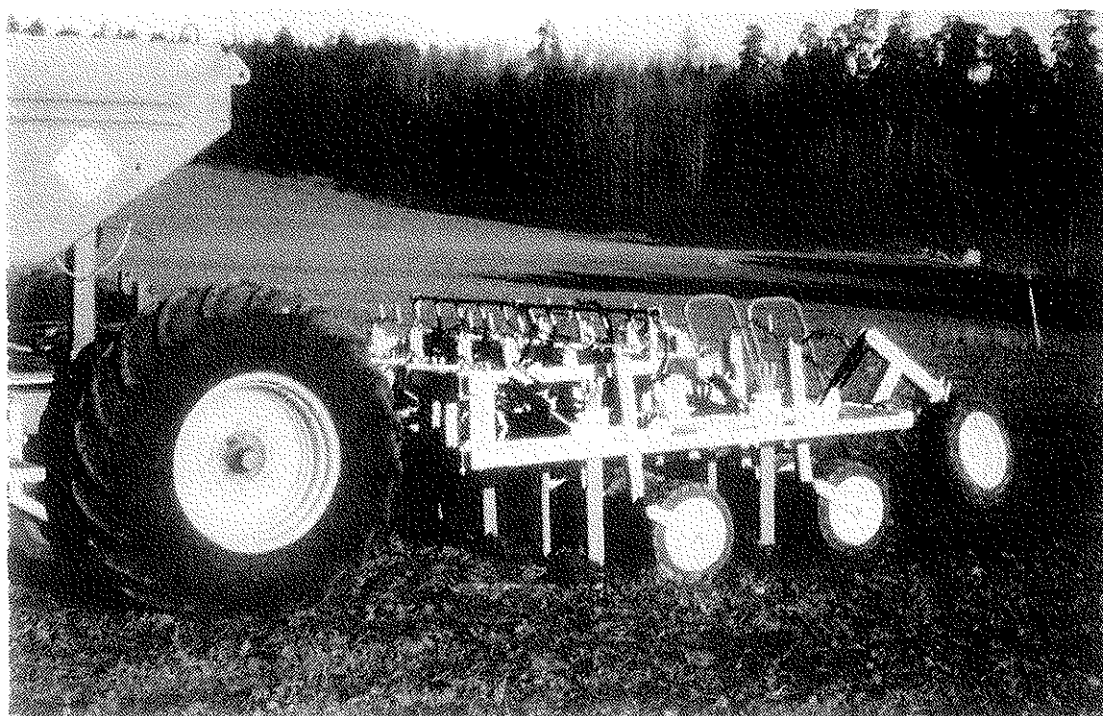
Figur 6. Billenheten (1992) från ovan och från sidan. A=klack som begränsar såbillens rörelse nedåt, B=rörlig led, C=stödhjulsarm, D=billarm.

1992. Såbillarna förändrades något inför 1992 års säsong. Utsädesöppningarna på vingarna breddades till 35 mm genom att avståndet mellan de båda vingarnas insidor minskades från 88 mm till 70 mm. För att förbättra utsädesplaceringen försågs de med en nedåtriktad plåt i bakkant av vingen. Plåten har till uppgift att styra luftströmmen nedåt, så att utsädet inte blåses upp mot ytan. För att förbättra sorteringseffekten av jorden försågs varje vinge med två spröt. De hade dock ingen större inverkan på sorteringen, varför de togs bort på kommande billversion. Stödhjulen av sträckmetall fungerade inte tillfredsställande då de ibland bakades på med jord, dessutom var diametern i minsta laget. Metallhjulen ersattes därför först med järnhjul, med en diameter på 360 mm, och sedan av massiva gummihjul med en diameter på 440 mm och bredden 210 mm. Såmaskinen utrustades även med en frösålåda för insädd av mellangröda och en ram för olika bearbetningsverktyg monterades mellan frösålådan och såbillarna. Bearbetningsverktygen har hittills varit vanliga S-pinnar försedda med små gäsfotskär, som ska sortera såbädden och förbättra nedmyllningen av fröna. (Bearbetningsverktygen användes inte i de försök som ingår i detta meddelade).

1993. Efter vårsådden tillverkades en ny uppsättning bredare såbillar utan bottenplåt, då bottenplåten styrt kärnorna mot vingens ytterkant och gett radsädd istället för den önskade bandsådden. Avståndet mellan vingarnas insidor blev nu 50 mm och 150 mm mellan dess utsidor.

Förändringar hösten 1993. Hösten 1993 byggdes en helt ny ram för billarnas upphängning. För att kunna minska avståndet mellan såbillarna utan att försämra genomsläppligheten, sattes billenheterna på två axlar förskjutna 1180 mm i längsled. Fästet för varje billenhet har konstruerats så att det kan flyttas i sidled, vilket gör att antalet såbillar och avståndet mellan dem kan varieras. Som mest ska antalet billar vara 15 st på 3 meters arbetsbredd, varvid billarna kommer att så 50 mm breda band och få ett mellanrum på 50 mm mellan banden.

Eftersom billenheterna monterats på två axlar blev billaggregatet längre och tyngre än tidigare. Detta medför att billaggregatet inte kan lyftas upp och hänga helt på såmaskinen vid transport eller vändning. Billaggregatet har därför gjorts till en separat enhet, som i upplyft läge dels lyfts av såmaskinen i framkanten dels går på två pivothjul monterade i bärramens bakkant. Vid sådd lyfts pivothjulen upp och såmaskinen bogserar billaggregatet som då går helt på såbillarnas stödhjul (figur 7). Den tidigare delade bill- och stödhjulsarmen har ersatts med en gemensam arm. Detta medför att hjulet alltid befinner sig i ett bestämt läge i förhållande till såbillen och om billen trycks upp lyfts hjulet upp samtidigt. Det var tidigare svårt att få det tryck man önskade till hydraulkolvarna, då det ställdes in med hjälp av traktorns hydraulik. Därför monterades en handpump på bärramen, vilket gör att inställningen av trycket på billarna nu blir mer exakt.



Figur 7. JTI-maskinens billaggregat hösten 1993.

### **Referenssåmaskiner**

Väderstad rapid. Rapiden är en 3 meters kombisåmaskin som är konstruerad för växtodlings-system med reducerad jordbearbetning. Vid sådd med Rapiden harvar man normalt något grundare för att sedan så djupare i oarbetad jord. Såbillarna och gödselbillarna har samma utformning och består av en snedställd tandad skivrist med en rak bill som ligger i omedelbar anslutning till skivristens bakkant. Billarna är inte gjorda för att följa en harvbotten utan sådjupet och gödselbillarnas djup ställs in centralt. Två såbillar är sammankopplade och sådjupet för dessa styrs av ett bakre packningshjul. Gödselbillarna är placerade på en rad framför utsädesbillarna, och gödsel sås mellan varannan utsädesrad. Radavståndet är i genomsnitt 12,5 cm, men såbillarna är något förskjutna och de går ihop parvis. Därigenom blir radavståndet i praktiken ca 10 och 15 cm. Den Rapid som användes i våra försök var extrautrustad med

harvplanka, efterharv och mellanpackare.

Nordsten. Nordsten är en konventionell 3 meters kombisåmaskin med ett radavstånd på 12,5 cm och gödselplacering mellan varannan utsädesrad. Gödselbillarna är monterade på en rad framför de raka såbillarna som är monterade i två rader. Billarmarna är individuellt ledade i en gemensam axel och lätt fjäderbelastade.

Bettinson direktsåmaskin. Bettinsons såbillar är så kallade trippeldiskar. En skivrist går först och öppnar en såfåra och två efterföljande skivristar skjuter jorden åt sidorna. Utsädet släpps ned mellan de två bakre skivorna. Radavståndet för Bettinson är 17 cm och sådjupet ställs in centralt med en vantskruv. Bettinson har en arbetsbredd på 3 meter.

Ekoodlaren. Ekoodlaren är ett nytt kombinationsredskap, konstruerat av Lars Gottfridsson, för såbäddsberedning, sådd, gödsling och radhackning. Sålådan och utmatningsanordningen till Ekoodlaren kommer från en Tive såjet och arbetsbredden är fyra meter. Bärhjulen är monterade på boggiar och fungerar samtidigt som djuphållningshjul för såbillarna. Dessa är utformade som 40 cm breda gåsfotskär, placerade på ett inbördes avstånd av 36 cm. Varje såbill sår två band med utsäde och bandbredden varierar mellan 5 och 15 cm. Till Ekoodlaren finns även andra typer av såbillar, bland annat finns det billar som kan bredså utsädet. Ekoodlaren har en ribbvält monterad som efterredskap och fram till våren 1993 hade den en sladdplanka som arbetade framför såbillarna. Våren 1993 ersattes den främre sladdplankan med en harvplanka. Samtidigt monterades en extra sladdplanka mellan såbillarna och ribbvälten. Ekoodlaren är mer utförligt beskriven av Tobiasson (1992).

## Försöksuppläggning

### Försöksserier

Såmaskinerna undersöktes i två olika försöksserier: R2-5015 "Såbillar, olika förbearbetningar" (tabell 1), samt R2-5016 "Såbillar, plöjningsfri odling" (tabell 2). R2-5015 är ett tvåfaktoriellt försök, bearbetning\*såmaskin, som upprepades i fyra block. R2-5016 är ett trefaktoriellt försök, förbearbetning\*antal harvningar\*såmaskin. R2-5016 upprepades i tre block vid vårsådd och i fyra block vid höstsådd. Samtliga försök belägna utanför Uppsala.

Plöjning utfördes till ett normalt plöjningsdjup om 25 cm och det plöjningsfria ledet kultiverades 2 gånger till ca 15 cm djup. Kultivatoren var försedd med ett efterredskap av tallrikstyp, vilket var nedfällt vid den sista bearbetningen. Harvningen utfördes med en konventionell såbäddsharv av S-pinne typ. I försöksserien R2-5016 harvades de vårsådda försöken även en gång på hösten. Försöksplats, jordart, förfrukt och gröda för de två försökserierna finns angivna i tabell 3.

Tabell 1. Led och såmaskiner i försöksserien R2-5015

	Led	Såmaskiner
höstsådda försök	A = plöjt + tre harvningar B = kultiverat + tre harvningar C = direktsådd	1 = Nordsten i led A och B 1 = Bettinson i led C 2 = JB special 3 = Ekoodlaren 4 = JTI-maskinen
vårsådda försök	Samma led, men Väderstad rapid ersatte Nordsten och Bettinson	

Tabell 2. Förbearbetning, vårbearbetning och såmaskiner i försöksserien R2-5016

	Förbearbetning	Antal harvningar	Såmaskiner
höstsådda försök	A = plöjt B = kultiverat	1 = 0 harvningar 2 = 1 harvning 3 = 3 harvningar	1 = Nordsten 2 = JB special 3 = Ekoodlaren
vårsådda försök	Samma förbearbetning och antal harvningar, men Väderstad rapid ersatte Nordsten, och försöket utökades med JTI-maskinen = maskin 4.		

Tabell 3. Försöksplats, jordart, texturanalys (ler-mjåla-mo-sand- mull), förfrukt, gröda och såtidpunkt i försöksserierna R2-5015 och R2-5016

Försök	Plats	Jordart	Texturanalys	Förfrukt	Gröda	Såtidpunkt
<b><u>R2-5015</u></b>						
540/92	Säby 3	mmh moig LL	23-17-54-1- 4,7	Korn	H-vete <i>Kosack</i>	14/9-92: maskin 1 21/9-92: maskin 2-4
543/92	Säby 2	mmh SL	43-30-21-2- 4,4	Korn	H-vete <i>Kosack</i>	21-22/9-92
551/92	Säby 3	mmh ML	26-18-50-1- 5,4	V-vete	Korn <i>Golf</i>	28/4-93
<b><u>R2-5016</u></b>						
548/92	Säby 2	mmh SL	40-25-30-1- 3,6	V-vete	H-vete <i>Kosack</i>	21-22/9-92
549/92	Säby 3	mmh ML	28-20-46-1- 5,4	V-vete	Korn <i>Golf</i>	28/4-93
550/92	Säby 2	mmh ML	29-20-47-1- 3,1	V-vete	Korn <i>Golf</i>	28/4-93

### Gödning

Försöken kvävegödslades (bredspridning) med N-28 den 14-15 april, förutom försök 551/92 som gödslades en vecka senare. De höstsådda försöken fick en gödselgiva på 108 kg N/ha och de vårsådda försöken fick en giva på ca 80 kg N/ha.

### Växtskydd

Samtliga försök ogräsbekämpades kemiskt efter regionala rekommendationer. De höstsådda försöken bekämpades i början av maj och de vårsådda i slutet av maj. I de vårsådda försöken gjordes dessutom en kompletterande flyghavrebekämpning i början av juni. I försökserien 5015 gjordes i de höstsådda försöken en svampbekämpning med Sportak i slutet av oktober.

### Väder, växtodlingssäsongen 1993

Våren var något tidigare än normalt, men på grund av en regnig april såddes vårförsöken först den 28 april. Efter sådd följde en period med extremt torrt och varmt väder. Denna period sträckte sig fram till den 24 maj då det föll 13 mm regn och det åter blev kyligare väder. Det kyliga vädret höll i sig under juni som även blev regnigare än normalt. Första veckorna i juli hade uppehållsväder och tämligen normala temperaturer. Sista veckorna i juli och hela augusti blev regnigare än normalt och även kyligare, vilket medförde att skördetiden blev normal trots den snabba utvecklingen av grödan under våren och försommaren. Väderdata för växtodlingssäsongen 1993 finns redovisade i bilaga I.

## Såbäddsundersökning

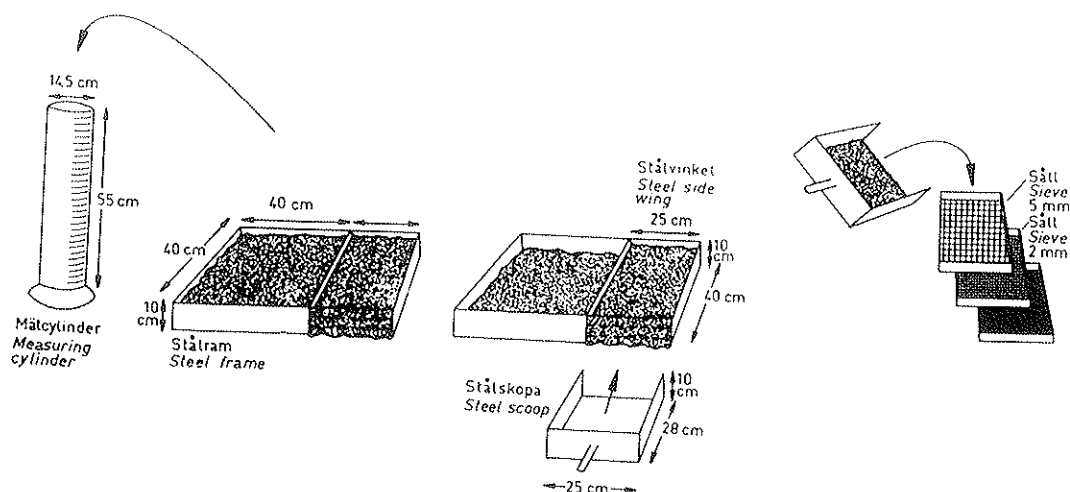
Såbäddsundersökningarna utfördes under den första veckan efter sådd i samtliga vårsådda försök men i försök 551/92 undersöktes endast det direktsådda ledet. I varje skörderuta gjordes en undersökning mellan hjulspåren. Dessutom gjordes i försök 550/92 jämförande såbäddsundersökningar i och mellan hjulspåren i leden A-1, A-3, B-1 och B-3. Tillvägagångssättet och den utrustning som användes vid såbäddsundersökningarna visas i figur 8.

Såbäddsundersökningarna genomfördes på följande sätt: En 40 \* 40 cm stor stålram med höjden 10 cm slogs med en gummiklubba vågrätt ned i såbädden. En stålvinkel, 25 \* 40 cm, fogades sedan till ramens utsida. Markytans ojämnhet bestämdes genom att lägga en sticka på den vågrätt liggande ramen och sedan mäta det längsta och det kortaste avståndet mellan stickan och markytan. Med hjälp av en plastskopa överfördes allt löst material inom stålramen till en mätcylinder. Såbäddens djup kunde sedan läsas av direkt på mätcylindern. Såbäddens botten preparerades fram med hjälp av en murslev och en borste. På den yta där såbillarna gått fram bestämdes såbottnens ojämnhet på samma sätt som markytans ojämnhet.

Mellan ramen och stålvinkeln, som fogats till ramens utsida, erhöles en yta av 0,1 m<sup>2</sup> vilken begränsades av stålkanter på tre sidor. Genom den fjärde öppna sidan fördes en 25 cm bred provtagningskopa in för att ta ut de tre lager som såbädden uppdelades i. Jordmaterialet från varje lager överfördes till sållsatsen som innehåller såll med maskstorleken 2 och 5 mm. Tre aggregatstorleksfraktioner erhöles således: mindre än 2 mm, 2-5 mm och större än 5 mm. Utsädet återfanns på 2 mm-sället och räknades för varje uttaget lager.

Alla såmaskiner placerade även utsädeskärnor i harvbotten. För att särskilja de utsädeskärnor som hamnat i harvbotten från kärnorna i såbäddens tredje lager, sopades såbotten kraftigt efter det att det tredje lagret tagits ut. Jordmaterialet från såbotten, det vill säga lager fyra, sållades tillsammans med jorden från lager tre exklusive kärnor. Lager tre i såbäddsdiagrammen innehåller således jord från både lager tre och lager fyra, medan kärnorna i lager tre och lager fyra redovisas var för sig.

Slutligen gjordes vattenhaltsbestämningar av såbädden respektive ett 2 cm tjockt lager av såbotten. Grunderna för såbäddsundersökningen och dess beräkningar finns mer utförligt beskrivna av Kritz (1983).



Figur 8. Utrustning för såbäddsundersökning.

## Undersökningar under växtsäsongen

### Penetrometermätning

Markens mekaniska motstånd undersöktes en till två veckor efter sådd med hjälp av en penetrometer. Motståndet mättes mellan hjulspåren i försök 549/92, leden: A-1, A-3, B-1 och B-3 samt i led C i försök 551/92. I ledet A-1 mättes även motståndet i hjulspåren. För samtliga undersökta led gjordes 20 stick per ruta ned till 50 centimeters djup, varvid motståndet registrerades varannan centimeter.

### Plant- och ogräsräkning

Antalet kornplantor, frögräs, kvickrotsskott samt antalet övriga roto-gräs räknades i de vårsådda försöken ca 2 veckor efter uppkomst. En räkning gjordes i båda ändar av skörderutorna inom en stålram med arean 0,25 m<sup>2</sup>.

### Sådjupsmätning

Plantornas sådjup undersöktes den 22 juni i tre olika led; försök 549/92: A-3 och B-1 samt 551/92: led C. 40 plantor per led grävdes försiktigt upp och avståndet från kärnan till det ställe på plantan där grönfärgningen börjar mättes. För att fram- och bakbillar skulle bli lika representerade i undersökningen mättes avståndet på plantor i två intilliggande sårader.

### Utsädets horisontalfördelning

För att jämföra utsädets horisontella fördelning efter sådd med olika såmaskiner tog vi bilder av plantorna rakt uppifrån. Bilderna togs i samma led som vi gjort sådjupsmätningen och visades med diaprojektor mot en vägg så att plantorna kunde markeras på papper i skala 1:1. Plantorna antogs visa utsädeskärnornas horisontella fördelning.

En metod som är beskriven av Heege (1967) användes sedan på en yta av 50 \* 65 cm för att jämföra såmaskinernas fördelning av utsäde. Heege använde avståndet till närmaste kärna,  $r$ , som ett mått på utsädets fördelning vid olika såförfaranden. Definitionen av  $r$  är avståndet från en utsädeskärna till den närmast belägna utsädeskärnan oberoende av riktning. Ett högt medelvärde och en liten variationskoefficient på  $r$ -värdena innebär att såförfarandet ger en jämn horisontell fördelning.

När vi mätt avstånden mellan plantorna beräknade vi medelvärde och standardavvikelse för dessa. Till skillnad från Heege räknade vi sedan om medelvärdena för att kompensera för olika plantantal i de undersökta ytorna (Medelvärdet \* antalet plantor/100).

Heeges metod ger inte en fullständig bild av den horisontella fördelningen. Även om standardavvikelsen för  $r$ -värdena är liten kan plantfördelningen i horisontalled vara ojämn om t ex utsädeskärnorna sätts mer gruppvis än ett och ett. För att få ytterligare en bild av horisontalfördelningen undersökte vi därför hur många plantor varje planta hade i sin omedelbara närhet. Antalet plantor som fanns inom en radie av 3 cm från varje planta räknades. Med denna "cirkelmetod" kan man inte kompensera för olika plantantal om såmaskinerna har olika såförfarande, exempelvis bandsådd och radsådd. Därför jämfördes inte Ekoodlaren i denna undersökning då Ekoodlaren plantantal skiljde sig kraftigt från de övriga såmaskinernas.

### Bestockning

Vid två tillfällen räknades i försök 549/92 antalet ax per planta. Den första axräkningen gjordes i ena änden av skörderutan i leden A-3 och B-1. I varje led undersöktes 100 plantor. Efter skörd gjordes en grundligare undersökning av bestockningen. I stubben räknades antalet skott per planta som antogs buri ax i 2 ytor om 0,25 m<sup>2</sup>, per skörderuta. Samma led undersöktes som vid det första mättillfället. Bestockningen för Ekoodlaren undersöktes ej vid det andra tillfället.

### **Grönskott**

Förekomsten av grönskott bestämdes två gånger genom visuell bedömning av den procentuella andelen gröna ax. Den första bedömningen utfördes den 20/8, vilket var två veckor före skörd. Graderingen gjordes från varje ände av skörderutan för samtliga rutor i de vårsådda försöken. Den andra bedömningen gjordes i samband med tröskningen i samtliga försök.

### **Skörd**

Försöken skördades mellan den 1/9 och 3/9. Innan tröskningen graderades andelen grönskott och stråstyrkan rutvis. I varje skörderuta tröskades en nettoruta, med arean 27,63 m<sup>2</sup>, varpå den tröskade varan vägdes. Skörden från varje nettoruta slogs samman ledvis och ett skördeprov på 1 kg togs ut. Provet sändes till provcentralen för analys av vattenhalt, rymdvikt, 1000-kornvikt samt den procentuella andelen avrens.

## **Såbäddsundersökningar hösten 1993**

### **JB special**

För att undersöka de modifieringar som gjordes på vissa av JB specialens såbillar under hösten 1993 genomfördes ett enklare fältförsök vid Överum. I försöket varierades billtrycket från 0 till 40 kg. Luftflödet varierades genom att köra traktorn med tre olika motorvarvtal: 1000, 1500 och 1900 rpm och körhastigheten varierade mellan 4, 6 och 8 km/h. Direkt efter sådd gjordes såbäddsundersökningar där kärnplaceringen bestämdes för de olika såbillarna.

### **JTI-maskinen**

Under hösten anlades två försök med höstvetete för att jämföra såbillarna med och utan bottenplatta. I försöken var förbearbetningen plöjt eller kultiverat med 1, 2 eller 3 harvningar. Såbäddsundersökningar gjordes en dag efter sådd i leden: kultiverat-1 harvning och plöjt-3 harvningar, i ett av försöken. De led som såddes med referenssåmaskinen (Väderstad rapid) undersöktes inte.

## **Statistiska metoder**

Den statistiska bearbetningen har utförts med hjälp av tre datorbaserade program. Ett Fortran-program användes för variansanalys av plantantal, antal ogräs och avkastning. För övriga undersökningar gjordes t test, och standardavvikelsen beräknades med hjälp av SAS för windows (SAS Institute Inc., 1985) eller Statworks (Macintosh). Signifikansnivån anges i resultatdelen med \* ( $p < 0,05$ ), \*\* ( $p < 0,01$ ) och \*\*\* ( $p < 0,001$ ) eller n.s. (icke signifikant). Vid variansanalys anges signifikansnivån för enskilda behandlingsfaktorer (huvudfaktor =A, bifaktor=B respektive C) och samspel (A\*B) etc.

I tabeller som redovisar resultatet av en t test anger en bokstav om ett värde skiljer sig signifikant från ett annat värde, har värdena samma bokstav är skillnaden inte signifikant. Angivna skillnader mellan maskiner eller led i resultatdelens text har lägst signifikansnivån \*, om inget annat anges.



## RESULTAT

### Såbäddsundersökning

Resultat från såbäddsundersökningarna redovisas i tabell 4-10. I bilaga II visas dessutom resultaten från försök 549/550 och 551 grafiskt genom såbäddsdiagram.

Såbäddsdjup. Såbäddsdjupet för Ekoodlaren var drygt 6 cm i försök 549 och strax under 6 cm i försök 550. De andra såmaskinernas såbäddsdjup låg mellan 4,2 och 5,1 cm. Djupet varierade mer mellan olika led för Ekoodlaren med en standardavvikelse på omkring 1 cm. Motsvarande variation för Rapiden, JB special och JTI-maskinen var från 0,5 till 0,7 cm. Sådjuget var större i plöjda led för samtliga såmaskiner, utom för JB special i försök 550. Med en ökad harvningsintensitet minskade såbäddsdjupet utom för JTI-maskinen vars förhållande var det motsatta. Denna skillnad var dock inte signifikant.

Markytans ojämnhhet. Markytan var omkring 1 cm ojämna efter JB special och JTI-maskinen än efter Rapiden och Ekoodlaren. För JB special och JTI-maskinen blev markytan jämnare med ett ökat antal harvningar. Rapiden och Ekoodlaren hade däremot en lika jämn markyta efter en harvning som efter tre harvningar. Ojämnheterna efter JTI-maskinen bestod främst av den jordvall som bildades mellan stödhjulen. För de andra såmaskinerna var ojämnheterna jämt fördelade över ytan. Det var ingen skillnad mellan såmaskinerna i det direktsådda ledet vad beträffar markytans ojämnhhet.

Såbottnens ojämnhhet. Varken förbearbetningen eller harvningsintensiteten påverkade jämnheten på den del av såbotten där såbillarna gått fram, men det var skillnader mellan led sådda med olika såmaskiner. I försök 549 och 550 var såbotten jämnast efter JB special och JTI-maskinen. Efter Ekoodlaren var botten något ojämna och efter Rapiden var den klart ojämna. Såbotten var 20 mm jämnare efter Rapiden i det direktsådda ledet jämfört med de plöjda och kultiverade leden. Såbotten efter de övriga såmaskinerna var i stort sett lika jämn vid direktsådd som i plöjda eller kultiverade led.

Vattenhalt i såbädden och såbotten. De led som såtts med Ekoodlaren hade i genomsnitt 2,8 procent högre vattenhalt i såbädden jämfört med de led som såtts med de andra såmaskinerna. På den lättare jorden (549) gav tre harvningar en högre vattenhalt i såbädden men på den styvare jorden (550) hade harvningsintensiteten motsatt inverkan. Skillnaden var i båda fallen drygt 1 procent, men inte signifikant.

Vattenhalten varierade mindre i såbotten än i såbädden. Mellan de olika förbearbetningarna och antalet harvningar var vattenhalten i såbotten i princip densamma. I jämförelsen mellan såmaskinerna fanns det dock skillnader, och vattenhalten var 1,5 procent högre för Ekoodlaren.

Kärnplacering. Förbearbetningen och antalet harvningar inverkar i varierande grad på de olika såmaskinernas kärnplacering. För försöksserie 5016 kunde följande konstateras: Rapiden sådde inte några kärnor i det översta lagret och mindre än 1 procent i lager 2. Andelen kärnor i bottenlagret var i genomsnitt 88 procent vilket var den bästa kärnplaceringen av såmaskinerna. Rapidens kärnplacering var något sämre i oharvade led och i de led som kultiverats.

JB special placerade i genomsnitt mindre än 7 procent av kärnorna i de två översta lagren. Vid en låg harvningsintensitet placerade JB special fler kärnor i det översta lagret. Den bästa kärnplaceringen erhöles i plöjda led som harvats en eller tre gånger.

Ekoodlaren placerade inte några kärnor i lager 1 och knappt 2 procent i lager 2. En ökad harvningsintensitet medförde att färre kärnor placerades i såbotten.

JTI-maskinen hade den sämsta kärnplaceringen av såmaskinerna med i genomsnitt 5 procent av kärnorna i lager 1 och 18 procent i lager 2. I de kultiverade leden var kärnplaceringen sämre än i de plöjda, framför allt vid noll harvningar. Kärnplaceringen var bäst efter en harvning i både plöjda och kultiverade led.

Tabell 4. Sådjup, markytans och såbottens ojämnheter, vattenhalt i såbädden och såbotten samt kärnplacering i försök 549

	Sådjup (cm)	Ojämnheter (mm)		Vattenhalt (vikts-%)		Andel kärnor (%) i lager 1-4			
		markytan	såbotten	såbädden	såbotten	1	2	3	4
<u>Led</u>									
Plöjt	5,0	48	20	11,6	25,8	1	3	23	74
Kultiverat	4,6	46	19	10,9	25,6	2	6	26	66
signifikans	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<u>Antal harvningar</u>									
0	4,9	56 a	19	10,7	26,0	2	6	26	66
1	4,9	43 b	19	11,1	25,6	1	2	22	75
3	4,8	42 b	20	12,0	25,6	1	5	25	69
signifikans	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<u>Såmaskin</u>									
Rapid	4,2 c	41 b	30 a	10,6 b	25,4 b	0 b	1 b	8 b	91 a
JB special	5,1 b	51 a	16 b	11,1 b	25,7 b	1 b	4 b	25 ab	71 ab
Ekoodlaren	5,8 a	44 b	17 b	13,0 a	26,7 a	0 b	2 b	30 a	68 bc
JTI-maskinen	4,3 c	52 a	15 b	10,3 b	25,1 b	4 a	11 a	35 a	49 c
signifikans	**	*	***	*	*	*	*	*	*

Tabell 5. Sådjup, markytans och såbottens ojämnheter, vattenhalt i såbädden och såbotten samt kärnplacering i försök 550

	Sådjup (cm)	Ojämnheter (mm)		Vattenhalt (vikts-%)		Andel kärnor (%) i lager 1-4			
		markytan	såbotten	såbädden	såbotten	1	2	3	4
<u>Led</u>									
Plöjt	5,2	46	20	11,1	22,3	1	6	30	63
Kultiverat	5,0	45	22	10,9	22,3	3	12	31	55
<u>Antal harvningar</u>									
0	5,3	54 a	23	11,7	22,4	3	13	23	61
1	5,0	43 b	21	10,7	22,5	0	7	34	59
3	4,9	38 b	19	10,5	22,0	2	6	35	57
signifikans	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
<u>Såmaskin</u>									
Rapid	4,6 bc	39 b	32 a	10,6 b	22,1 b	0 b	1 b	14 b	85 a
JB special	5,1 b	49 a	15 b	10,4 b	22,3 ab	0 b	9 b	43 a	48 b
Ekoodlaren	6,4 a	39 b	20 b	13,3 a	23,4 a	0 b	2 b	43 a	55 b
JTI-maskinen	4,2 c	54 a	16 b	9,5 b	21,5 b	7 a	24 a	23 b	47 b
signifikans	*	**	***	***	*	*	**	*	**

I det direktsådda ledet (försök 551) hade Rapiden i stort sett samma kärnplacering som vid plöjt-ingen harvning, med 80 procent av kärnorna i såbottnen. JB special hade den bästa kärnplaceringen av alla såmaskiner vid direktsådd, med 93 procent av kärnorna i såbottnen. För Ekoodlaren var andelen kärnor jämt fördelade i lager 3 och 4 med ca 45 procent i vardera lagret. JTI-maskinen hade en förhållandevis bra kärnplacering i det direktsådda ledet och andelen kärnor i såbottnen var i nivå med Rapiden.

Tabell 6. Sådjup, markytans och såbottnens ojämnheter, vattenhalt i såbädden och såbottnen samt kärnplacering i det direktsådda ledet i försök 551

	Sådjup (cm)	Ojämnheter (mm)		Vattenhalt (vikts-%)		Andel kärnor (%) i lager 1-4			
		markytan	såbottnen	såbädden	såbottnen	1	2	3	4
<u>Såmaskin</u>									
Rapid	4,2 b	44	12	16,2	25,7 ab	0	3	17 b	80 a
JB special	4,6 b	34	18	16,6	25,1 b	3	0	4 b	93 a
Ekoodlaren	8,2 a	45	16	20,6	27,4 a	0	8	48 a	44 b
JTI-maskinen	3,6 b	42	15	19,5	26,1 ab	3	8	11 b	79 ab
signifikans	***	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	*	*

Det genomsnittliga antalet räknade kärnor för samtliga såbäddsundersökningar gav en ungefärlig bild av de olika såmaskinernas verkliga utsädesmängd. Ekoodlaren skilde sig signifikant från de andra såmaskinerna och antalet sådda kärnor var ca 20 procent fler. På den undersökta ytan om 0,1 m<sup>2</sup> hade Rapiden 29, JB special 31, Ekoodlaren 36 och JTI-maskinen 29 kärnor.

Aggregatstorleksfördelning i hela såbäddens jordvolym. Harvningsintensiteten hade störst inverkan på aggregatstorleksfördelningen. Det var i genomsnitt 16 procent fler stora aggregat och 19 procent färre små aggregat i oharvade led jämfört med led som harvats tre gånger. Aggregaten var större i det kultiverade ledet i försök 549, men tvärtom mindre i 550, jämfört med det plöjda ledet. Aggregaten var störst efter sådd med JB special och näst störst efter JTI-maskinen. Det var flest mellanstora aggregat (2-5 mm) efter sådd med Ekoodlaren och flest små aggregat efter Rapiden i både försök 549 och 550.

Tabell 7. Andelen små, mellanstora och stora aggregat i såbäddens totala jordvolym, de signifikanta skillnader som anges i tabellen avser nivå (\*)

Försök	549			550		
	små	mellan	stora	små	mellan	stora
<u>Led</u>						
Plöjt	55 a	22 a	23 b	55 b	25 a	20 a
Kultiverat	52 b	19 b	28 a	59 a	20 b	21 a
<u>Antal harvningar</u>						
0	42 c	19 a	38 a	48 c	26 a	26 a
1	56 b	21 a	22 b	57 b	22 b	21 b
3	63 a	21 a	17 c	65 a	20 b	15 c
<u>Såmaskin</u>						
Rapid	57 a	20 b	23 b	58 a	21 b	21 a
JB special	52 b	20 b	28 a	54 b	22 b	24 a
Ekoodlaren	52 b	24 a	24 ab	56 ab	27 a	16 b
JTI-maskinen	54 ab	18 b	28 ab	58 a	20 b	22 a

Aggregatstorleksfördelning i de enskilda lagrena 1, 2 och 3. En ökad harvningsintensitet gav genomgående en finare aggregatstruktur i de tre lagren. Aggregaten var större i de två översta lagren i det kultiverade ledet jämfört med det plöjda. I det nedersta lagret var både andelen små och stora aggregat högre i det kultiverade ledet. Aggregaten var mera finfördelade i de två översta lagren efter sådd med Ekoodlaren jämfört med de övriga såmaskinerna. I det nedersta lagret hade Ekoodlaren färre små och fler mellanstora aggregat. Även de stora aggregaten var något fler efter Ekoodlaren i det nedersta lagret men skillnaden var inte signifikant.

Tabell 8. Procentuell aggregatstorleksfördelning i lager 1-3 i försök 549

	Lager 1			Lager 2			Lager 3		
	<2mm	2-5mm	>5mm	<2mm	2-5mm	>5mm	<2mm	2-5mm	>5mm
<u>Led</u>									
Plöjt	43	16	41	62	22	16	64	26	10
Kultiverat	37	16	48	57	21	22	66	22	12
signifikans	**	n.s.	**	*	n.s.	**	n.s.	**	*
<u>Antal harvningar</u>									
0	23	13 b	64	51	22	27 a	61 b	24	15
1	42	17 a	41	61	22	17 b	65 b	25	10
3	53	18 a	29	66	20	13 b	69 a	23	8
signifikans	***	***	***	*	n.s.	***	*	n.s.	*
<u>Såmaskin</u>									
Rapid	42	17	41	64 a	20 b	16	68 ab	22 bc	10
JB special	37	16	48	57 b	22 ab	21	64 b	24 b	11
Ekoodlaren	42	17	41	57 b	24 a	18	59 c	29 a	13
JTI-maskinen	38	15	47	59 ab	20 b	21	70 a	20 c	10
signifikans	n.s.	n.s.	n.s.	*	**	n.s.	*	*	n.s.

Tabell 9. Procentuell aggregatstorleksfördelning i lager 1-3 i försök 550

	Lager 1			Lager 2			Lager 3		
	<2mm	2-5mm	>5mm	<2mm	2-5mm	>5mm	<2mm	2-5mm	>5mm
<u>Led</u>									
Plöjt	42	20	38	62	25	13	62	30	7
Kultiverat	45	16	39	66	21	14	68	24	8
signifikans	n.s.	**	n.s.	*	***	n.s.	**	***	n.s.
<u>Antal harvningar</u>									
0	33	18	49	58	29 a	14 ab	59 b	33 a	8
1	43	17	39	64	21 b	15 a	67 a	25 b	8
3	55	17	28	69	20 b	11 b	70 a	23 b	7
signifikans	***	n.s.	**	*	***	*	***	***	n.s.
<u>Såmaskin</u>									
Rapid	43 b	16 b	41 a	66	21 bc	13 ab	67 a	25 b	8
JB special	39 b	16 b	45 a	62	24 ab	14 ab	67 a	26 b	7
Ekoodlaren	50 a	22 a	28 b	61	28 a	11 b	59 b	32 a	9
JTI-maskinen	43 b	17 b	41 a	66	19 c	16 a	68 a	25 b	7
signifikans	*	**	**	n.s.	**	*	**	*	n.s.

Vid direktsådd var aggregaten större i de två översta lagren efter JB special. Ekoodlaren hade färre små aggregat i lager 3 jämfört med de andra såmaskinerna men skillnaden var inte signifikant.

Tabell 10. Procentuell aggregatstorleksfördelning i lager 1-3 i försök 551 (direktsått led)

	Lager 1			Lager 2			Lager 3		
	<2mm	2-5mm	>5mm	<2mm	2-5mm	>5mm	<2mm	2-5mm	>5mm
<b>Såmaskin</b>									
Rapid	28 a	22 a	51 b	45 a	21 b	35 b	48	27	25
JB special	14 b	15 b	71 a	32 b	19 b	49 a	49	28	22
Ekoodlaren	24 a	22 a	54 b	35 ab	29 a	37 b	42	30	27
JTI-maskinen	18 ab	19 ab	63 ab	38 ab	24 b	38 b	50	30	20
signifikans	*	*	*	*	*	**	n.s.	n.s.	n.s.

Jämförelse i och mellan hjulspår. Aggregaten var mer finfördelade i hjulspåren i lager 2 och 3 för plöjda led och oharvade led. Även efter tre harvningar var aggregaten finare i hjulspåren men endast i lager 3. Av såmaskinerna var det bara JB specialen som hade signifikant fler små aggregat i hjulspåren. Andelen kärnor i lager 4 var större i hjulspår än mellan hjulspår för Rapiden och JTI-maskinen. Vattenhalten var överlag något lägre i såbädd och såbotten i hjulspår. Denna skillnad var signifikant i de led som såtts med JB special.

## Undersökningar under växtsäsongen

### Penetrometermätning

Penetrometermotståndet varierade beroende på förbearbetning, antal harvningar och såmaskin. Packningen var högre ned till ca 30 cm i led som harvats tre gånger jämfört med oharvade led. Även kultiverade led var mer packade än plöjda ned till samma nivå. JTI-maskinen hade en betydligt högre packning i de översta 2-6 centimetrarna i samtliga led jämfört med de andra såmaskinerna. Under denna nivå ned till ca 30 cm hade Rapiden och JTI-maskinen ofta en högre packningsgrad än Ekoodlaren och JB special som i stort sett följdes åt.

Skillnaden i packningsgrad i och mellan hjulspår var minst för Rapiden med omkring 15 procent högre packning i hjulspåren. För JB special, Ekoodlaren och JTI-maskinen var packningen 50, 25 respektive 40 procent högre i hjulspår. Packningen i och mellan hjulspår skilde sig signifikant från 2 cm ned till 30 cm för JB special. För Ekoodlaren och JTI-maskinen var skillnaden signifikant från 6 cm ned till 20 respektive 28 cm. Det var inte någon signifikant skillnad för Rapiden. Diagram över penetrometermotståndet i förhållande till djupet redovisas i bilaga III.

### Plant och ogräsräkning

Plantantal och antal fröogräs finns redovisade i tabell 11 för försök 551 och i tabell 12 för försök 549 och 550.

Plantantal. I det direktsådda ledet i 551 var plantetableringen sämst och det var stora luckor mellan plantorna. Plantetableringen var något bättre i det plöjda ledet än i det kultiverade. Det var genomgående ca 10 procent fler plantor efter sådd med Ekoodlaren jämfört med de övriga såmaskinerna. Detta var den enda signifikanta skillnaden i plantantal mellan såmaskinerna. En icke signifikant skillnad, men ändå värd att notera, var det relativt sett lägre plantantalet i det direktsådda ledet efter JTI-maskinen och JB special jämfört med de andra såmaskinerna.

I både försök 549 och 550 ökade antalet plantor med antalet harvningar. Ökningen i plantantal var störst mellan leden 0 harvningar och 1 harvning. Det var flest plantor efter sådd med Ekoodlaren, förutom i det kultiverade ledet med låg harvningsintensitet där det var lika många eller fler plantor efter Rapiden. Det var betydligt färre plantor i de led som såtts med JB special och speciellt JTI-maskinen. Vid en låg harvningsintensitet var skillnaden i plantantal mellan Rapiden/Ekoodlaren och JB special/JTI-maskinen relativt sett större, men denna samspelseffekt mellan såmaskin och antal harvningar var inte signifikant. I försök 550 var plantantalet efter JTI-maskinen högre i kultiverat än i plöjt led, till skillnad från de andra såmaskinerna.

Ogräs. Det var inte några signifikanta skillnader i antalet kvickrötter, tistlar eller övriga rotoogräs mellan vare sig led eller såmaskiner i något försök. Däremot var det mycket stora skillnader i antalet fröogräs mellan de olika leden i 551. I det plöjda ledet var det ungefär dubbelt så mycket fröogräs jämfört med det kultiverade, vilket i sin tur hade mer än 10 gånger så mycket fröogräs som det direktsådda ledet. Flest fröogräs var det i de led som såtts med JB special och minst i JTI-maskinens led.

I försökserien 5016 var skillnaderna i antalet fröogräs mellan de olika leden något mindre jämfört med 5015. En ökad harvningsintensitet ökade mängden fröogräs. Flest fröogräs var det efter sådd med JTI-maskinen och minst efter Ekoodlaren. Denna skillnad var signifikant i försök 550. I 550 var det även signifikant fler fröogräs efter JB special än efter Ekoodlaren.

Tabell 11. Antal plantor och antal fröogräs per m<sup>2</sup> i försök 551 (ej fet text = relativa tal)

Led	Såmaskin	Plantantal	Fröogräs
Plöjt	Rapid	<b>317</b>	<b>210</b>
	JB special	99	132
	Ekoodlaren	109	106
	JTI-maskinen	101	90
Kultiverat	Rapid	95	65
	JB special	95	65
	Ekoodlaren	105	67
	JTI-maskinen	91	57
Direktsått	Rapid	81	5
	JB special	78	6
	Ekoodlaren	87	3
	JTI-maskinen	72	5
A	Plöjt	<b>100</b>	<b>100</b>
	Kultiverat	94	59
	Direktsått	78	5
B	Rapid	<b>100</b>	<b>100</b>
	JB special	98	119
	Ekoodlaren	109	103
	JTI-maskinen	96	89
signifikans A		**	***
signifikans B		*	n.s.

Tabell 12. Antal plantor och antal fröogräs/m<sup>2</sup> i försök 549 och 550 (ej fet text = relativa tal)

Försök	Såmaskin	549		550	
		Plantantal	Fröogräs	Plantantal	Fröogräs
		Plöjt	Kultiv.	Plöjt	Kultiv.
0 harvningar					
	Rapid	<b>323</b>	94	<b>41</b>	105
	JB special	88	86	97	66
	Ekoodlaren	100	86	89	105
	JTI-maskinen	83	74	81	137
1 harvning					
	Rapid	111	104	190	185
	JB special	95	94	139	169
	Ekoodlaren	105	100	202	152
	JTI-maskinen	94	87	198	165
3 harvningar					
	Rapid	99	105	319	363
	JB special	93	97	405	410
	Ekoodlaren	103	102	379	197
	JTI-maskinen	96	95	521	305
A	Plöjt	<b>100</b>		<b>100</b>	
	Kultiverat	96		87	
B	0 harvningar	<b>100</b>		<b>100</b>	
	1 harvning	111		180	
	3 harvningar	111		372	
C	Rapid	<b>100</b>		<b>100</b>	
	JB special	90		102	
	Ekoodlaren	97		89	
	JTI-maskinen	86		111	
signifikans A		n.s.		n.s.	*
signifikans B		**		n.s.	*
signifikans C		***		n.s.	*
signifikans A*C		n.s.		n.s.	n.s.

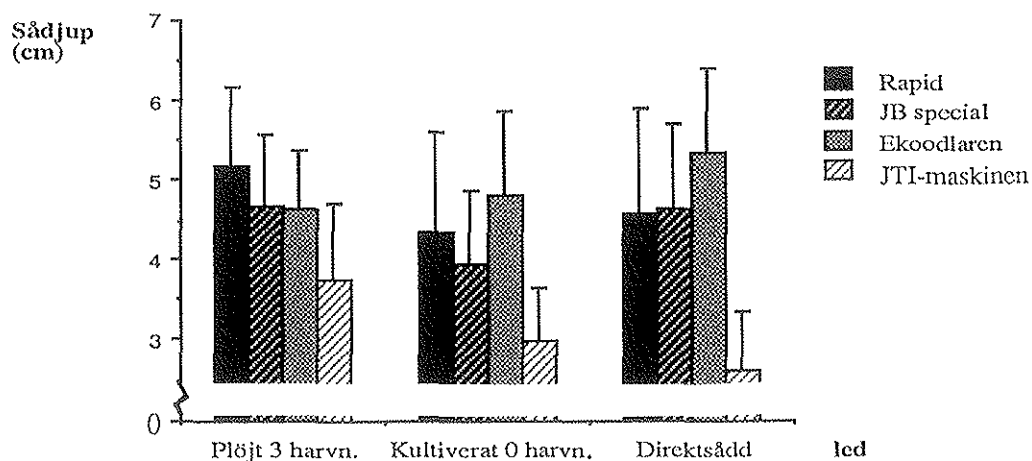
### Horisontalfördelning

Avstånden mellan plantorna mättes i tre olika led för att jämföra såmaskinernas spridning av utsädet i horisontalled. I de led som såtts med JB special och Ekoodlaren var medelavståndet ca 27 mm mellan plantorna medan medelavståndet mellan plantorna i Rapiden och JTI-maskinens led var ca 23 mm. Skillnaden mellan maskinerna hade signifikansnivån \*\*.

För att få ytterligare en bild av horisontalfördelningen räknades antalet plantor inom en radie av 30 mm från varje enskild planta. I leden sådda med JB special var det i genomsnitt 1,3 plantor i cirkeln kring varje planta. För Rapiden och JTI-maskinen var det i genomsnitt 1,7 plantor i cirkeln. Denna skillnad mellan såmaskinerna hade signifikansnivån \*\*\*.

### Sådjupsmätning

JTI-maskinen hade sått grundast i alla led som undersöktes den 22 juni (figur 9). I de två minst bearbetade leden hade Ekoodlaren sått djupast. Det var ingen signifikant skillnad i sådjupet mellan Rapiden och JB special i något led.

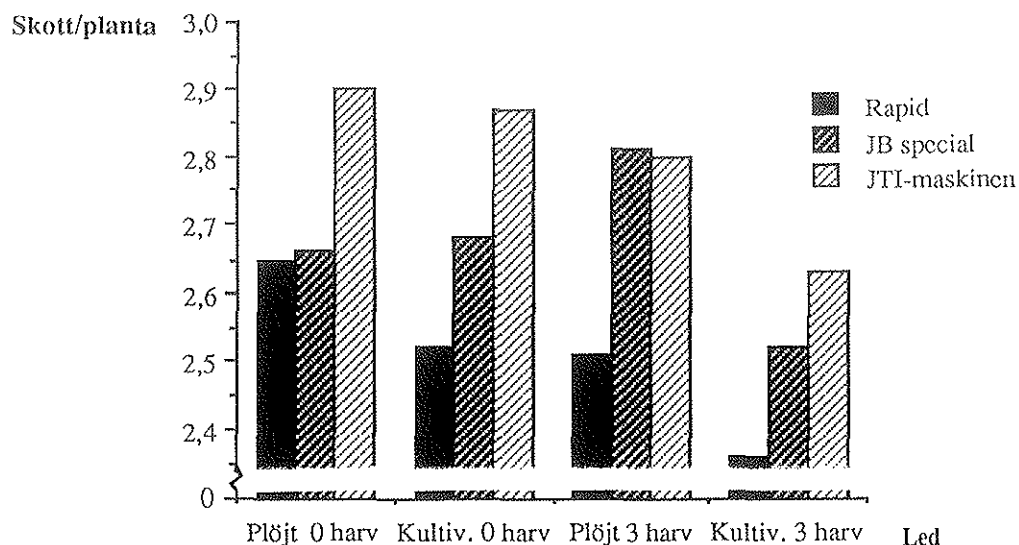


Figur 9. Sådjup mätt på plantor i försök 549 och 551 den 22 juni.

### Bestockning

I den första undersökningen var bestockningen bättre i de led som såtts med JB special och JTI-maskinen. I dessa led hade plantorna i genomsnitt minst 3 skott, till skillnad från led sådda med Rapiden och Ekoodlaren där det i genomsnitt var ca 2,6 skott per planta.

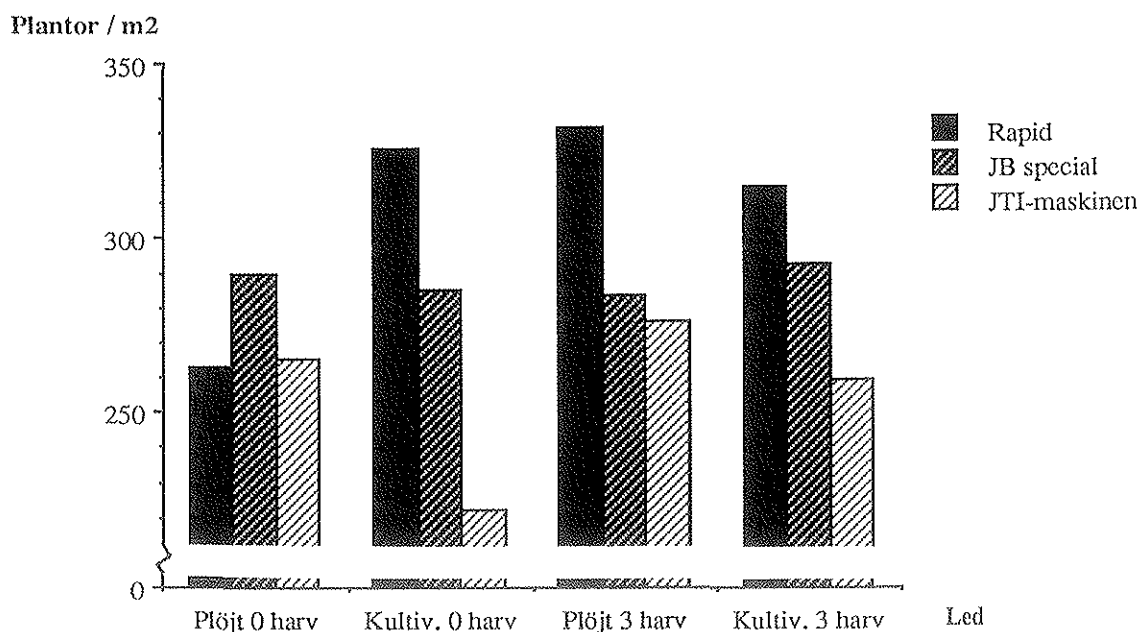
Liknande resultat erhöles även i den andra mer omfattande undersökningen (figur 10). Genomgående var det dock något färre skott per planta jämfört med den första undersökningen. Det var signifikant (\*\*\*) sämre bestockning efter sådd med Rapiden än efter JB special och JTI-maskinen. Bestockningen var bättre i det plöjda ledet än i det kultiverade (\*\*\*), trots att plantdensiteten var högre i det plöjda ledet.



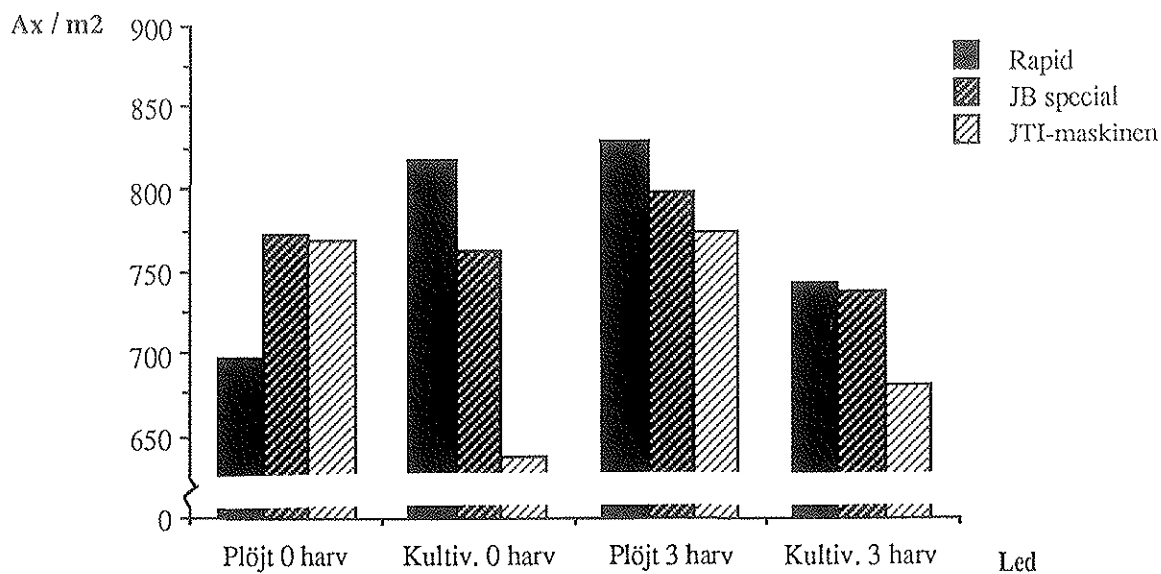
Figur 10. Bestockning i försök 549 (block 1 och 2).



Antal ax/m<sup>2</sup> i försök 549 kunde beräknas utifrån bestockningen och antalet plantor/m<sup>2</sup>. Data för planttätheten (figur 11) togs direkt från bestockningsundersökningen. Den större bestockningen i de led som såtts med JB special och JTI-maskinen komprimerade till viss del det lägre plantantalet, men inte fullt ut. Antalet ax/m<sup>2</sup> (figur 12) var därför högst efter Rapiden och lägst efter JTI-maskinen i samtliga led utom i det plöjda-oharvade ledet.



Figur 11. Planttäthet i försök 549 (block 1 och 2).



Figur 12. Antal ax per m<sup>2</sup> i försök 549 (block 1 och 2).

## Grönskott

Tabell 13-15 visar andelen grönskott i försök 549, 550 och 551.

Tidig undersökning. En lägre harvningsintensitet eller direktsådd medförde en ökning av andelen grönskott. I försök 549 och 550 var det en större andel grönskott i led sådda med JB special och JTI-maskinen vid en låg harvningsintensitet.

Tabell 13. Andel grönskott (procent) den 20/8 i försök 549 och 550

Såmaskin	Rapid		JB special		Ekoodlaren		JTI-maskinen		
	Försök	549	550	549	550	549	550	549	550
<u>Antal harvningar</u>									
0	2,4 a	4,4 a	6,7 a	11,3 a	3,4 a	2,5 a	5,8 a	9,6 a	
1	1,6 ab	0,5 b	2,4 b	2,7 b	2,0 b	0,8 b	1,7 b	1,2 b	
3	0,5 b	0,2 b	1,1 b	0,2 b	1,1 b	0,2 b	0,9 b	0,7 b	
signifikans	**	**	***	**	*	*	***	***	

Tabell 14. Andel grönskott (procent) den 20/8, t test mellan såmaskiner vid olika antal harvningar i försök 549 och 550

Antal harvningar	0		1		3		
	Försök	549	550	549	550	549	550
<u>Såmaskin</u>							
Rapid	2,4 b	4,4 bc	1,6	0,5 b	0,5	0,2	
JB special	6,7 a	11,3 a	2,4	2,7 a	1,1	0,2	
Ekoodlaren	3,4 b	2,5 c	2,0	0,8 b	1,1	0,2	
JTI-maskinen	5,8 a	9,6 ab	1,7	1,2 ab	0,9	0,7	
signifikans	*	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	

Tabell 15. Andel grönskott (procent) den 20/8 i försök 551

Såmaskin	Rapid	JB special	Ekoodlaren	JTI-maskinen
<u>Led</u>				
Plöjt	0,0 b	0,0 b	0,4 b	0,1 b
Kultiverat	0,5 b	0,6 b	0,5 b	0,5 b
Direktsått	1,9 a	2,6 a	2,9 a	2,2 a
Signifikans	*	*	**	*

Undersökning i samband med skörd. Vid den senare graderingen hade andelen grönskott minskat och skillnaden mellan oharvade och harvade led var liten. I det direktsådda ledet var det fortfarande en signifikant större andel grönskott. För samtliga försök var den högsta andelen grönskott i en enskild ruta 3 procent. Det var ingen signifikant skillnad mellan såmaskinerna.

## Avkastning

### R2-5015

Relativsiffror för avkastningen i försöksserien R2-5015 redovisas i tabell 16.

Höstsådda försök. I försök 540 var avkastningen högst i det plöjda ledet. Den var 10 och 30 procent lägre i det kultiverade respektive det direktsådda ledet. Störst avkastningsskillnader mellan såmaskinerna var det i försök 540. Avkastningen var högst i led sådda med Nordsten och Bettinson och näst högst efter sådd med JTI-maskinen.

I det andra höstsådda försöket, 543, var skörden 10 procent lägre i det direktsådda ledet och det var ingen skillnad i avkastning mellan plöjt och kultiverat. I 543 var avkastningen lägre för JB special vid direktsådd, vilket var den enda signifikanta skillnaden mellan såmaskinerna.

Vårsådd. I försök 551 var avkastningen drygt 10 procent högre i det plöjda ledet jämfört med det direktsådda. Det var ingen signifikant skillnad i avkastning mellan såmaskinerna.

Tabell 16. Avkastning, kg/ha, i försöksserien R2-5015 (ej fet text = relativa tal)

Försök	540	543	551
Jordart	mmh moig LL	mmh SL	mmh ML
Gröda	höstvetete	höstvetete	korn
<b>Plöjt</b>			
Nordsten/Rapid	<b>5730</b>	<b>5347</b>	<b>5924</b>
JB special	86	99	98
Ekoodlaren	84	101	94
JTI-maskinen	86	97	97
<b>Kultiverat</b>			
Nordsten/Rapid	96	101	93
JB special	72	99	92
Ekoodlaren	75	98	95
JTI-maskinen	81	99	96
<b>Direktsått</b>			
Bettinson/Rapid	70	90	85
JB special	52	80	85
Ekoodlaren	61	93	83
JTI-maskinen	67	95	87
<b>A</b>			
Plöjt	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Kultiverat	91	100	97
Direktsått	70	90	87
<b>B</b>			
Nordsten/Bettinson/Rapid	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
JB special	79	96	99
Ekoodlaren	83	100	98
JTI-maskinen	88	100	101
<b>signifikans A</b>			
	*	*	*
<b>signifikans B</b>			
	***	*	n.s.
<b>signifikans A*B</b>			
	n.s.	***	n.s.

## R2-5016

Relativsiffror för avkastningen i försöksserien R2-5016 redovisas i tabell 17.

Höstsådd. Plöjning gav i genomsnitt 15 procent högre avkastning än kultivering i försök 548. Skillnaden i avkastning mellan plöjt och kultiverat var större för led sådda med JB special och Ekoodlaren. JB special hade i genomsnitt 10 procent lägre avkastning i försöket jämfört med de övriga såmaskinerna.

Vårsådd. Det plöjda ledet gav i genomsnitt 5 procent högre avkastning jämfört med det led som kultiverats. Skillnaden mellan plöjt och kultiverat var störst i de led som harvats tre gånger. Avkastningen var signifikant lägre efter tre harvningar jämfört med 0 eller 1 harvning. Mellan såmaskinerna var det inga signifikanta skillnader men avkastningen var genomgående lägre i de led som såtts med JB special, framför allt vid en låg harvningsintensitet.

Tabell 17. Avkastning, kg/ha, i försöksserien R2-5016 (ej fet text = relativa tal)

Försök	548		549		550	
Jordart	mmh SL		mmh ML		mmh ML	
Gröda	höstvet		korn		korn	
	Plöjt	Kultiv.	Plöjt	Kultiv.	Plöjt	Kultiv.
0 harvningar						
Nordsten/Rapid	<b>4407</b>	91	<b>6220</b>	93	<b>5088</b>	96
JB spec	99	79	92	91	91	88
Ekoodlaren	107	85	94	91	99	93
JTI-maskinen	-	-	98	93	98	91
1 harvning						
Nordsten/Rapid	104	93	99	92	103	101
JB spec	101	79	100	90	100	90
Ekoodlaren	110	89	99	95	88	97
JTI-maskinen	-	-	100	96	95	98
3 harvningar						
Nordsten/Rapid	107	98	98	88	91	88
JB spec	96	85	97	87	88	87
Ekoodlaren	105	84	94	84	99	84
JTI-maskinen	-	-	95	92 <sup>#</sup>	99	78
A	Plöjt	<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>
	Kultiverat	84		94		95
B			<u>total</u>		<u>total</u>	<u>total</u>
0 harvningar	<b>100</b>	83	<b>100</b>	<b>100</b>	96	<b>100</b>
1 harvning	103	85	103	103	97	102
3 harvningar	100	87	102	100	92	98
C		<u>total</u>		<u>total</u>		<u>total</u>
Nordsten/Rapid	<b>100</b>	90	<b>100</b>	<b>100</b>	92	<b>100</b>
JB special	95	78	91	97	90	98
Ekoodlaren	103	83	98	97	91	98
JTI-maskinen	-	-	-	98	95	101
signifikans A		**		*		n.s.
signifikans C		***		n.s.		n.s.
signifikans A*C		*		n.s.		n.s.

# Resultatet är justerat med hänsyn till en normal avrensprocent istället för den avrensprocent på 25 procent som gavs av provcentralen.

## Höstens undersökningar

### JB special

Kärnplacering för Överumsförsökets fyra olika billar vid olika luftflöden och billtryck finns redovisade i tabell 18. Inga signifikanta resultat erhöles från den bill som vinklades bakåt och redovisas därför inte i tabellen.

I försöket vid Överum placerade såbillen utan bottenplatta (bill 1) och såbillen med nedbockad bakkappa (bill 2) kärnorna bäst. Bill 1 placerade inte några kärnor i lager 1. I lager 3 och i såbottnen placerades flest kärnor av både bill 1 och bill 2. Flest kärnor placerades i såbottnen vid billtrycket 0 kg och minst då billtrycket var 20 kg. Olika luftflöden påverkade inte kärnplaceringen signifikant.

Tabell 18. Antal kärnor i olika såbäddslager vid Överumsförsöket. (Bill 1: utan bottenplatta, små hjul; bill 2: nedbockad bakkappa, små hjul; bill 3: oförändrad, små hjul och bill 4: oförändrad, stora hjul)

Bill	Luftflöde	Billtryck	Kärnor i lager 1-4 (procent)			
			1	2	3	4
1	lågt	20	0	1	66	33
3	lågt	20	1	13	84	1
1	normalt	20	0	21	63	16
2	normalt	20	0	8	51	41
3	normalt	20	5	7	81	6
4	normalt	20	5	30	39	26
1	normalt	0-40 #	0	14	50	36
2	normalt	0-40	1	9	52	38
3	normalt	0-40	3	14	66	17
1-3 <sup>⊠</sup>	normalt	0	1	14	47	38
1-3	normalt	20	2	12	65	21
1-3	normalt	40	1	11	56	32

# Kärnplacering, genomsnitt från sådd med billtryck 0, 20 och 40 kg.

⊠ Kärnplacering, genomsnitt från sådd med bill 1, 2 och 3.

### JTI-maskinen

Det höstsådda försöket visade inte på någon större skillnad i kärnplacering mellan såbillarna med och utan bottenplatta. Den genomsnittliga andelen kärnor i de två översta lagren var tillsammans omkring 40 procent och i lager 4 ca 20 procent för båda såbillarna. Efter uppkomst gjordes en visuell bedömning av sådden. I de led som såddes med såbillen utan bottenplatta, tycktes raderna vara bredare än i led sådda med såbillen med bottenplatta. Vid den visuella bedömningen kunde man också konstatera att JTI-maskinen hade fört upp mer skörderester till ytan än Rapiden.

## DISKUSSION

### Försök och försöksuppläggning

Då försöksresultaten ska tolkas är det viktigt att ta hänsyn till de variationer som förekom i försöken. I försök 550 passerade ett par stråk av mjölkdistel igenom block 2 och 3, vilket gav utslag i avkastningen. I samma försök medförde jordarten i block 1 att plantetableringen där blev betydligt sämre, vilket dock inte påverkade avkastningen i någon nämnvärd omfattning. Med hänsyn till dessa variationer har vi lagt mindre vikt vid de resultat som vi erhöll från försök 550 jämfört med resultaten i från 549. De undersökningar som vi gjorde under växtsäsongen gjorde vi också därför framför allt i försök 549.

Många faktorer som vi studerat är beroende av sådjupet. Det är olyckligt att sådjupet har varierat stort mellan de olika maskinerna. Sådjupet i olika led beror till viss del på såmaskinerna. Det skulle vara möjligt att få mer lika sådjup om man lägger ner mer tid på att ställa in rätt arbetsdjup, till exempel genom att köra såmaskinerna utanför försöksrutorna, samt att samma person ställer in sådjupet för samtliga maskiner. Ett särfall i årets undersökningar var Ekoodlaren som medvetet ställdes in på ett större sådjup.

Det är viktigt att undersöka ny såteknik i större försöksserier, men för att utvecklingen ska gå tillräckligt snabbt, kan man i mindre försök utvärdera förändringar under hela sommarhalvåret. I dessa mindre försök kan man undersöka de viktigaste faktorerna det vill säga kärnplacering och uppkomst. Dessa faktorer är i regel viktigare att undersöka än avkastningen, då grödan har en förmåga att kompensera för brister vid sådden, vilket medför att avkastningsskillnaderna blir små och ofta svårtolkade.

### Såbädden

Den torra perioden efter sådd ställde stora krav på en god kärnplacering för att få en fullgod uppkomst. Samtliga såmaskiner hade problem med fullgod uppkomst. Ett skäl till bristande uppkomst var kärnor som hamnat i torr jord vilket framför allt förekom i mindre harvade led.

Sådjupet. Undersökningsmetoden vi använde oss av är framtagen för att undersöka konventionella såmaskiner vid konventionell såbäddsberedning. För konventionella såmaskiner bestäms sådjupet av belastningen på billarna och jordmotståndet. De såmaskiner som ingick i de vårsådda försöken är konstruerade för att kunna hålla ett konstant djup oberoende av förarbetningen och jordmotståndet. Förmågan att tränga ned i jorden regleras genom att ändra trycket på billarna, och sådjupet begränsas av att billarnas djup förinställts i förhållande till stöd- eller bärhjul.

Eftersom billarna kan gå ned under harvbotten bildas det en jordrygg mellan billarna. Rapiden hade nästan lika breda ryggar som radavståndet då skåran efter skivbillarna bara var ett par cm bred. Skivbillen på Rapiden gjorde en ganska jämn kant mellan skåran och ryggen. Billarna på JB special och JTI-maskinen bröt däremot upp kanterna på ryggarna vilket gjorde att de varierade en hel del i bredd, från ca 2 till 8 cm. Det var ingen rygg efter Ekoodlaren då främre och bakre billen går omlott. Den jord som ryggarna utgör kommer inte med i mät-cylindern då såbäddsdjupet bestäms. Det avlästa djupet blir därför mindre än sådjupet för JB special, JTI-maskinen och framför allt för Rapiden. Med undantag av Rapiden är dock skillnaden mellan såbäddsdjupet och sådjupet av marginell betydelse. För Ekoodlaren blir såbäddsdjupet i princip detsamma som sådjupet.

Såbotten där såbillarna gått fram. Såbotten var efter sådd med Rapiden ungefär 10-15 mm mer ojämn än efter de andra såmaskinerna. En orsak till detta kan vara att den fina jorden

faller tillbaka ned i skåran och trycks till av stödhjulen. När såbottnen sedan sopas fram vid såbäddsundersökningen, kommer en del av den tillpackade jorden att sitta kvar i botten av skåran. Billarna på JB special, Ekoodlaren och JTI-maskinen hyvlar mer eller mindre av jorden, vilket gör att det rycks upp en del aggregat från såbottnen. Den hyvlade ytan blev något ojämna efter Ekoodlaren än efter JB special och JTI-maskinen. Detta beror på att de sistnämnda såmaskinernas billar är försedda med en bottenplåt som jämnar av "topparna" på såbottnen. Bottenplåten trycker även till såbottnen vilket ökar tillförseln av kapillärt vatten. Pehkonen & Sipilä (1984) visade att en sådan tilltryckning kan ge 4 procent skördeökning jämfört med en konventionell släpbill, tack vare en bättre uppkomst. Under alltför fuktiga förhållanden finns det dock en risk att porerna smetas igen av bottenplåten, vilket kan försämra rottillväxten.

Markytans ojämnheter. Markytan var mer ojämn efter JB special och JTI-maskinen än efter Rapiden och Ekoodlaren. En orsak till den ojämna markytan är att stödhjulen inte sitter lika tätt på JB specialen och JTI-maskinen som på Rapiden, varför det bildas vallar av opackad jord mellan hjulen. Ekoodlaren har inte några stödhjul men är istället utrustad med en ribbvält som jämnar till ytan. Ojämnheterna efter JB special och JTI maskinen kan även bero på att dessa drar upp mer rå jord till markytan.

Kärnplacering. Rapiden hade den bästa kärnplaceringen av såmaskinerna. En anledning till den stora mängden kärnor i lager 4 är att Rapiden placerar kärnorna i skåran efter skivbillen och att ryggen mellan skåror är förhållandevis bred. Detta medför att provtagningsskopian inte kommer ned så djupt när det tredje lagret tas ut vid såbäddsundersökningen. Om man jämför med Ekoodlaren, som inte lämnar någon rygg efter sig, får den en jämn botten som man lättare kan följa med provtagningsskopian. Andelen kärnor i lager 4 blir därför mindre för Ekoodlaren. Om man lägger ihop kärnorna i lager 3 och 4 visar sig dock Ekoodlarens kärnplacering vara nästan jämbördig med Rapidens.

JB specialen hade sämre kärnplacering i kultiverade led och i led med låg harvningsintensitet. Detta kan bero på att motståndet varierade mera i dessa led. Billen bromsas upp när motståndet ökar och rycks sedan framåt när motståndet åter minskar. På så sätt får billen en ryckig gång och den rör sig mera uppåt och nedåt, än i de led som bearbetats intensivare och vars harvbotten ger ett jämnare motstånd. I några led tycks JB specialen, liksom tidigare år, spillt kärnor från matarvalsen.

Kärnplaceringen var sämre efter sådd med JTI-maskinen än med de andra såmaskinerna. I ledet kultiverat - 0 harvningar var skillnaden störst. Anledningen till den stora andelen kärnor i lager 1 och 2 i detta led beror huvudsakligen på en missbedömning av tjockleken på lager 1 vid såbäddsundersökningen. Eftersom sådjupet var litet blev lager 1 lika tjockt som lager 2 och 3 tillsammans. En förklaring till att kärnplaceringen ofta var sämre för JTI-maskinen kan vara att luftflödet i billarna var för högt. Kärnorna följer vid ett högt luftflöde med luftströmmen upp och hamnar i såbäddens övre lager, speciellt i torr jord och ett litet sådjup. Enligt Danfors (personligt meddelande) kan även JTI-maskinen spillt kärnor från matarvalsen.

Vattenhalten i såbädden och såbottnen. Vattenhalten var oftast högre i både såbädden och såbottnen efter sådd med Ekoodlaren. Eftersom det är ett starkt samband mellan vattenhalten och sådjupet och Ekoodlaren sådde djupare än de andra såmaskinerna, torde det vara förklaringen. Anledningen till de få signifikanta skillnaderna bland resultaten är de varierande fuktighetsförhållandena i försöken.

Jämförelse i och mellan hjulspår. Undersökningen i och mellan hjulspår visade signifikant fler små, och färre mellanstora aggregat i hjulspåren. Detta förklaras främst av hjulens krossningseffekt, men även av att jorden blir packad och såbillarna drar upp mindre rå jord. För enskilda såmaskiner var skillnaden i aggregatstorlek endast signifikant för JB special. Orsaken till detta

kan vara att JB special inte finfördelar jorden i lika stor utsträckning som de andra såmaskinerna och effekten av hjulens packning blir därför tydligare.

Vattenhalten var lägre i hjulspåren och då framför allt efter JB special. Liknande resultat erhöles även 1992 (Tobiasson, 1993). Det kan bero på att JB special-billen inte förmådde att tränga ned i såbottnen i de packade hjulspåren. Då billarna i hjulspåren inte gick ned i såbottnen kunde de inte heller dra upp någon rå jord varför såbädden blev torrare här än mellan hjulspår. Antalet kärnor i lager 4 var större i hjulspår efter Rapiden och JTI-maskinen än mellan hjulspåren. Anledningen till detta bör vara att lager 4 blir något tjockare i hjulspåren, då det är svårare att få ned provtagningsskopan i den packade jorden.

Aggregatstorleken. I såbäddens två översta lager var aggregaten mindre efter Rapiden och Ekoodlaren än efter JB special och JTI-maskinen. Anledningen till detta är att Ekoodlaren och Rapiden var utrustade med en respektive två harvplankor framför billarna. Ekoodlaren hade dessutom en sladdplanka och en ribbvält efter såbillarna. I såbäddens understa lager hade Ekoodlaren färre små och fler mellanstora aggregat än de andra såmaskinerna. Den större andelen mellanstora aggregat efter sådd med Ekoodlaren orsakas av att billarna har en kraftig jordsökning. De drar därför upp fler stora aggregat från såbottnen än JB special och JTI-maskinen. Trots att Rapiden har skivbillar och bearbetar en förhållandevis liten yta av såbottnen, är andelen små aggregat i lager 3 förhållandevis stor. Detta beror sannolikt på att skivbillen är snedställd och i princip "skrapar" fram skåran i såbottnen vilket ger många små aggregat.

Avdunstningsskydd. Aggregatstorlekens, sådjupets och vattenhaltens inverkan på uppkomsten har tidigare studerats av Håkansson och von Polgár (1977). De fann att uppkomsten blev bättre då aggregaten var små (<4mm) och att det gick att blanda in upp till 40 procent stora aggregat (>8mm) innan avdunstningsskyddet försämrades i någon nämnvärd omfattning. Eftersom vattenhalten i regel tilltar med djupet, ansåg de att det är viktigare att behålla den fuktiga jorden i botten än att sortera upp de stora aggregaten till ytan.

I de vårsådda försöken var andelen aggregat >5 mm sällan över 40 procent varför avdunstningsskyddet bör ha varit tillräckligt för en god uppkomst. Förutom kärnplaceringens inverkan på plantetableringen i de led med låg bearbetningsintensitet som sätts med JTI-maskinen och JB special, kan även de i dessa led relativt större stora aggregat haft en negativ inverkan på uppkomsten. För att få en bättre bild över vilken storlek det var på de stora aggregaten, borde man delat upp de stora aggregaten i ytterligare en fraktion, till exempel aggregat större än 30 mm.

## Undersökningar under växtsäsongen

Sådjupsmätning. Såmaskiner för reducerad bearbetning placerar det mesta av utsädet nere i såbottnen, vilket gör att en sådjupsmätning efter uppkomst visar sådjupet bättre än en såbäddsundersökning. En brist i sådjupsmätningen är dock att djupet endast mäts för de kärnor som grott. Man missar även de kärnor som ej kommit upp på grund av en för djup sådd.

Sådjupet för alla såmaskiner varierade mycket mer enligt sådjupsmätningen än vad såbäddsundersökningen visade. Rapidens sådjup var enligt sådjupsmätningen större än såbäddens djup, till skillnad från de övriga såmaskinerna där förhållandet var det motsatta.

Plantetablering. Osvald (1959) anger att det optimala sådjupet för vete, havre och korn under svenska förhållanden är 3-4 cm. Han anger vidare att korn är känsligast för djup sådd vilket även poängteras av Kaufmann (1968). Vid torra förhållanden är man dock tvungen att kompromissa med sådjupet och eventuellt så något djupare beroende på fuktighetsförhållandena i såbädden. Enligt en schematisk sådjupsmodell (Kritz, 1983) rekommenderas ett sådjup på 4



em om det är liten risk för skorpbildning eller uttorkning. Då lerhalten är över 25 procent, vilket den var i försöken, bör utsädet placeras på såbäddens botten. Denna bör vid måttlig risk för skorpbildning ligga inom intervallet 4 till 6 cm, beroende på fuktighetsförhållanden och finbrukningsgrad. Det är svårt att bedöma vilket sådjup som var det mest optimala detta år men förmodligen låg det mellan 4 och 5 cm. Jorden var ganska fuktig vid tidpunkten för sådd, men då våren var extremt torr ställdes det stora krav på kärnplaceringen och att utsädet hamnade i fuktig jord.

En anledning till att det var ett lågt plantantal efter sådd med JTI-maskinen var det grunda sådjupet. I de av JTI-maskinen grundast sådda leden var också plantdensiteten extra låg. Efter tre harvningar var sådjupet för JTI-maskinen i försök 549 tillfredställande och plantdensiteten blev då nästan lika hög som efter Rapiden och JB special. JB specials lägre plantdensitet beror delvis på dess relativt dåliga kärnplacering. Många kärnor hamnade i lager 2, speciellt i de kultiverade leden. Från matarvalsarna spilldes i enstaka led kärnor, vilka inte myllades fullständigt utan hamnade i lager 1.

JB special och JTI-maskinen hade, jämfört med Rapiden och Ekoodlaren, relativt färre plantor i led med en låg harvningsintensitet. Detta kan förklaras med att dessa såmaskiner, till skillnad från JB special och JTI-maskinen, båda har harv- och sladdplankor som åstadkom en bearbetning, nästan motsvarande en harvning. Ekoodlaren som sådde djupast hade genomgående en hög plantetablering. Kornets känslighet för en alltför djup sådd medförde dock att plantorna i vissa led, sådda med Ekoodlaren, var något försvagade efter uppkomst.

De stora skillnaderna i plantantal mellan olika såmaskiner kan inte enbart förklaras med skillnader i såmaskinernas sådjup eller kärnplacering. Ekoodlarens genomgående högre plantantal berodde sannolikt även på en högre utsädesmängd, vilket bekräftades då vi räknat samman antalet kärnor som sållades fram vid såbäddsundersökningen. Enligt Huhtapalo (genom Tobiasson, 1992) slirar hjulet som driver utmatarvalsen på Ekoodlaren. Detta kompenseras genom att ställa in en större utsädesmängd än den önskade. Om slirningen var mindre än vad som antagits medför det att utsädesmängden blev för stor.

Med en mer tillförlitlig planräkning skulle man eventuellt kunna dra fler slutsatser angående skillnaderna i plantdensitet efter de olika såmaskinerna. Planräkningen som den utförts har flera brister. Då samtliga maskiner har olika radavstånd fick man olika antal sårader inom ramen beroende på vilken såmaskin som sått. Om bredare ramar använts hade variationen mellan enskilda räkningar blivit mindre. För att ytterligare öka tillförlitligheten bör man dessutom göra åtminstone tre slumpvisa räkningar i varje skörderuta.

Fröogräs. Antalet fröogräs kan korreleras till grödans konkurrensförmåga, framför allt i de tidigaste utvecklingsstadierna då dödligheten bland ogräsplantor ökar med ett ökat konkurrenstryck (Håkansson, 1979). Vid sidan om förbearbetningen och antalet harvningar var det därför förmodligen plantdensiteten som hade störst betydelse för skillnaderna i antalet fröogräs efter sådd med olika såmaskiner. En jämförelse mellan såmaskinerna i leden 0 harvningar visar dock att i Rapidens och Ekoodlarens led var det relativt många ogräs trots ett högt plantantal. I dessa led hade förmodligen såmaskinernas bearbetning störst betydelse. Rapiden och Ekoodlaren har som beskrivits tidigare harv- och sladdplankor. Dessa bearbetningsorgan medförde att jorden blev omrörd över hela arbetsbredden även i det oharvade ledet samt att aggregaten i ytan blev finare.

Då samtliga försök ogräsbekämpades kemiskt bör inte variationer i ogräsmängd haft någon inverkan på avkastningen mellan olika såmaskiner.

Bestockning. Bestockning beror av en samverkan mellan bildning och reduktion av produktiva skott (Ohlander et al, 1992). Den styrs av tillgången på näring, vatten, ljus och temperaturen.

För utvecklingen av sidoskott finns det en positiv korrelation mellan temperaturen och antalet utvecklade sidoskott, men en låg temperatur minskar reduktionen av skottantalet. Temperaturen inverkan är dock beroende av samspelet med ljus-, vatten-, och näringsförhållanden (Mozafar & Oertli, 1992). Anläggningen av fertila sidoskott är starkt positivt korrelerad till näringsstillgången, speciellt tillgången på kväve (Ohlander et al, 1992). En grund sådd gynnar bestockningen då den medför att mer näring finns kvar i plantan vid uppkomst.

Indirekt får plantdensiteten och den horisontella fördelningen i beståndet stor inverkan på bestockningen då dessa faktorer är avgörande för den mängd ljus, näring och vatten som varje enskild planta får. Bestockningsförmågan är även olika för olika växtarter. Korn svarar på ett större plantutrymme framför allt genom en ökad bestockning, till skillnad från vårve och havre som mer ökar antalet kärnor per ax (Holm & Pedersen, 1962).

Den kraftiga bestockningen i de led som såtts med JTI-maskinen kan framför allt förklaras med den låga plantdensiteten i dessa led. JTI-maskinen sådde även grundare vilket bidrog till en bättre bestockning. Plantdensiteten är även en förklaring till den höga bestockningen i de led som såtts med JB special, men även dess bättre horisontella spridning av utsädet spelade en roll för bestockningen. Horisontalfördelningens betydelse kan urskiljas i block och led där plantantalet och sådjupet var lika efter både JB special och Rapiden. I de led som såtts med JB special var bestockningen högre, trots lika plantantal och sådjup.

Grönskott. Förmåga till att anlägga sidoskott, bestockning, kvarstår även efter stråskjutning och kan återupptas om tillväxtförhållandena är gynnsamma och beståndet är glest (Ohlander et al, 1992). Dessa sena sidoskott kallas för grönskott eftersom de inte hinner mogna samtidigt som resten av beståndet. Förhållandena 1993 gynnade grönskottsbildning. Den utdragna säsongen gjorde dock att de flesta grönskotten hann mogna innan skörd.

Den högre grönskottsbildningen efter JTI-maskinen och JB special kan förklaras med deras glesare bestånd som gett en större bestockning. De bildade grönskotten fanns framför allt på plantor med många skott (4-8 skott/planta) och få grönskott kunde hänföras till utsäde som grott senare än övrigt utsäde.

Horisontalfördelning. En optimal horisontell fördelning av kärnorna innebär att varje utsädeskärna får maximalt och lika med utrymme, ljus, näring och vatten. Förutom en mindre intraspecifik konkurrens mellan plantorna vid en bra horisontell fördelning, förbättrar man även plantornas konkurrensförmåga gentemot ogräset, och man får fler ax per ytenhet utan att avkastningen per ax sjunker (Mülle & Heege, 1981). Heege (1977) visade med beräkningar att avkastningen kan ökas med 4 procent genom bandsådd jämfört med radsådd (vid radavståndet 12,5 cm). Så stora skillnader har sällan mätts upp i praktiska försök, men det kan förmodligen förklaras med en sämre uppkomst för bandsådden jämfört med radsådden (Andersson, 1986).

Det är svårt att hitta en bra metod för att mäta utsädets horisontalfördelning, speciellt då såmaskinerna har olika såförfaranden (bandsådd respektive radsådd). Metoden, som finns beskriven av Heege (1967), ger ett bra mått på spridningen samtidigt som den är enkel. Dess brist är att den endast tar hänsyn till den närmast belägna plantan. Cirkelmetoden, som vi använde oss av, kan visa sig vara användbar. Vi valde radien 3 cm då detta var medelavståndet mellan alla plantor i samtliga led. Det är dock tänkbart att det finns avstånd som är mer relevanta ur agronomisk synvinkel.

## Avkastning

Höstsådda försök. Det var en större skillnad mellan avkastningen efter sådd med olika såmaskiner i de höstsådda försöken jämfört med avkastningsskillnaderna i de vårsådda. Vilka

faktorer som var avgörande för avkastningen i de höstsådda försöken är svårt att ange. Den enda undersökningen som genomfördes var en visuell bedömning av beståndets täthet i början av maj (i försök 540 även i mitten av november). Resultatet från denna gradering visade att beståndet var mellan 5 och 10 procent bättre i de led som såtts med Nordsten respektive Bettinson. Dessa skillnader stämmer till stora delar med skillnader i den slutliga avkastningen. Störst skillnad mellan såmaskinerna var det i försök 540 där Nordsten/Bettinson i snitt hade 10-20 procent högre avkastning än övriga såmaskiner. Huvudanledningen till denna skillnad är förmodligen att Nordstens/Bettinsons led såddes en vecka tidigare än resten av försöket då sådden fick avbrytas på grund av regn.

En annan förklaring till den bättre etableringen efter Nordsten kan vara att sådjupet här var mindre och beståndet därför utvecklades bättre under hösten. Skorpbildning var även vanligt förekommande våren 1993. Denna skorpbildning kan ha varit kraftigare i de led som såtts med såmaskiner med packningshjul, det vill säga JB special och JTI-maskinen.

Vårsådda försök. I de vårsådda försöken var det framför allt avkastningsskillnader mellan olika led, och mindre skillnader mellan olika såmaskiner. Vintern 1993 hade ovanligt många frysnings/tinings-cykler. Dessa cykler åstadkom många fina aggregat som gjorde att det blev en god såbädd och ett bra avdunstningsskydd redan efter en harvning. Efter tre harvningar var packningsgraden förhöjd ned till 30 cm. Tre harvningar torkade även ut såbädden och det bildades en distinkt harvbotten som medförde att sådjupet blev mindre. Något motsägande var plantantalet högre i de led som harvats mest. Hushållningen av vatten i de mindre bearbetade leden och ett större motstånd för rötterna i de led som harvats många gånger var förmodligen faktorer som medförde att avkastningen blev högre efter en harvning än efter tre harvningar i försöksserien 5016. Dexter (1986) visade att ett packat lager under såbädden kraftigt försämrade rottillväxten för unga plantor.

Efter noll harvningar var avkastningsskillnaden mellan sådd med JB special/JTI-maskinen och Rapiden/Ekoodlaren större än efter tre harvningar. Detta beror sannolikt på den bättre plantetableringen efter Rapiden och Ekoodlaren vid noll harvningar vilket diskuterats tidigare.

Rapiden och JTI-maskinen var de två såmaskiner som hade den högsta avkastningen i årets vårsådda försök. Att Väderstad rapid fungerar bra under varierande förhållanden är välkänt. Den använda såmaskinen var dessutom extrautrustad med både harvplanka, mellanpackare och efterharv. Dessa kompletterande redskap har tillsammans med Rapidens goda kärnplacering gett en bra plantetablering och en hög avkastning. Den höga avkastningen efter sådd med JTI-maskinen är svårare att ge förklaringar till. Det var lägst plantantal efter JTI-maskinen i samtliga led som en följd av en alltför grund sådd och en dålig kärnplacering. De uppkomna plantorna var dock i god vigör och betingelserna under sommaren ledde till en kraftig bestockning som delvis kompenserade det låga plantantalet. En ytterligare kompensation kan även ha skett genom ett större antal kärnor per ax.

Ekoodlaren visar på ett omvänt förhållande jämfört med JTI-maskinen. Efter sådd med Ekoodlaren var plantetableringen bäst. Plantorna var dock i synligt sämre kondition vid uppkomst. Enligt Håkansson (genom Andersson 1992) ger 1 cm djupare sådd i stråsäd, jämfört med sådd på det optimala sådjupet, en skördesänkning kring 1-2 procent på grund av en försenad uppkomst. Även om plantdensiteten var mycket hög efter sådd med Ekoodlaren kan den försenade uppkomsten ha inverkat på avkastningen.

Den lägre avkastningen efter sådd med JB special och Ekoodlaren i försök 550 jämfört med 549 kan förklaras med att stråken med mjölkdistel framför allt passerade igenom leden JB: A-3 och B-1; Eko: A-2.

I genomsnitt var det inga större skillnader i avkastning efter sådd med JB special jämfört med

Ekoodlaren. Dessa resultat skiljer sig från tidigare år då JB special hade en högre avkastning än de övriga såmaskinerna både 1991 och 1992. Det finns flera förklaringar till detta. I försöks-serien 5015 kombigödslades de led som såddes med JB special och Nordsten 1991-92. I de vårsådda försöken 1993 är Nordsten utbytt mot Väderstad rapid. Rapiden är som nämnts tidigare framtagen bl a för reducerad bearbetning och det är naturligt att den har en högre avkastning relativt Nordsten då flera led i försöken var lite bearbetade. JB specials kärn-placering var även något sämre 1993 än tidigare år. Även om JB special inte tappade några större mängder kärnor vid matarvalsarna, förutom vid direktsådd, placerade den alltför många kärnor i lager 2. Till viss del kompenserar JB special skillnaden i antalet plantor med en ökad bestockning, men inte fullt ut och det kan vara skillnaden i plantantal mellan JB special och Ekoodlaren som gör att avkastningen inte är högre för JB special även 1993.

Packningshjulen på JB special förbättrar både kapillariteten från den fuktiga såbotten till kärnorna och kontakten mellan kärnorna och jorden. Dessa effekter motsvarar ungefär en vältning. I andra försök gav en vältning direkt efter sådd en avkastningsökning på 2 till 3 procent (von Polgár, 1986). I dessa försök, som genomfördes i början på 80-talet, fick man dock ingen eller obetydligt högre avkastning då lerhalten i jorden var mellan 25 och 40 procent. I samtliga av årets vårsådda försök låg lerhalten inom detta intervall, till skillnad från 1992 då jordarten i försöken var mullrik styv lera.

## JB special

Djuphållning. JB special har under de senaste årens försök visat sig vara en lovande prototyp för växtodlingssystem där man tillämpar reducerad jordbearbetning. Tack vare djuphållnings-systemet och möjligheten att variera billtrycket kan man hålla ett jämnt sådjup nästan obero-ende av förbearbetning. Bäst har såmaskinen fungerat när harvbotten inte varit alltför hård. Billarna kan då skrapa av och jämna till harvbotten och på så vis skapa sig en egen såbotten.

Med de stora djuphållningshjulen (Väderstad) får man en bra återpackning, stabil gång och en god genomsläpplighet av skörderester. Djuphållningssystemet blir dock okänsligt och såbillen får en dålig följsamhet i förhållande till markytan. Med de små hjulen (Tume) förbättras följsamheten något. De kräver dock noggrann avpassning av avståndet mellan såbillen och hjulet för att inte skörderester ska fastna mellan såbillen och hjulet. Med små hjul ökar också risken för att hjulen förstärker billarnas plogning, vilket var ett problem vid Överumsförsöket 1993. Under utvecklingen av "A-blade coulter" (MacIntyre et al, 1986) flyttade man tillbaka djuphållningshjulet för att undvika att jorden som fortfarande var i rörelse efter passagen över såbillen skulle byggas upp framför djuphållningshjulet. Den förstärkande plogeffekten som små hjul åstadkommer, om avståndet mellan hjulet och billen är för litet, skulle man eventuellt kunna undvika, om djuphållningshjulen gjordes bredare.

En alternativ placering av djuphållningshjulen är vid sidan om såbillarna. Genom denna placering kan avståndet mellan hjulen och billen göras litet. Både teoretiskt och i försök blir djuphållningen bättre med sidomonterade djuphållningshjul än om hjulen placeras bakom billen, framför billen eller tandemmonteras på båda sidor om den (Morrison & Gerik, 1985a; Morrison & Gerik, 1985b). Exempel på exaktsåmaskiner där man placerat ett djuphållnings-hjul på vardera sidan om skivbillen är John Deere "Max-Emerge" och International Harvester "Early-Riser". Ett exempel på en vanlig såmaskin med sidomonterade djuphållningshjul är John Deere "752 Grain Drill".

Campbell et al (1985) visar exempel på försökssåmaskiner där detta system används. JB special har ett stort avstånd mellan billarna vilket underlättar sidomontering av hjulen. Genom sido-montering förlorar man hjulens återpackningsfunktion, men utan att försämra genomsläpplig-heten för skörderester kan man montera ett särskilt efterredskap som återpackare. En fördel

med denna lösning är att både djuphållningshjulen och efterredskapet kan utformas optimalt för deras syfte. Vid höstsådd kan man genom denna lösning undvika att trycka till såbädden efter sådd vilket kan vara en fördel. En placering av hjulen vid sidan om såbillarna ökar dock risken för att hjulen på den bakre billraden kommer att gå i den jordsträng som de främre billarna plogar upp. Med sidomonterade hjul bör inte heller trycket vara för stort på hjulen då sådjupet kan förändras beroende av jordarten.

Med djuphållningshjul har man ett tillförlitligt mekaniskt djuphållningssystem. Det finns dock utvecklingsarbeten som visar möjligheten att styra sådjupet individuellt för varje bill med hjälp av ultraljud (Heege, 1989). Systemet finns redan på exaktsåmaskiner och i och med att billenheterna på JB special är få är elektroniska system fullt möjliga även på JB special i framtiden.

Genom en övergång från fjädrar till hydraulisk djuphållning kan man nu snabbt variera billtrycket. En annan fördel med hydraulisk cylinder är att billtrycket nästan är konstant, även om cylindern trycks ihop. En möjlighet att förbättra djuphållningen är att ersätta det hydrauliska systemet med ett pneumatiskt.

På en försökssåmaskin ersatte Morrison (1988) såbillarnas fjäderbelastning med tryckluftscylindrar. Det pneumatiska systemet jämfördes även med ett hydrauliskt och Morrison fann två fördelar med pneumatik mot hydraulik. För det första kan luft, till skillnad från olja, komprimeras vilket medför att såbillen kan "flyta" något upp och ned utan att det strömmar någon luft i cylindern eller påverkar trycket i de andra cylindrarna. Detta gör att trycktopparna i systemet blir mindre, 4-6 procent (av trycket i systemet) mot 30-40 procent med det hydrauliska. Den andra fördelen är att man kan montera en ventil som via djuphållningshjulet automatiskt reglerar trycket i cylindern när såbillen går ned för djupt. Med en sådan reglering blir trycket på såbillen tillräckligt samtidigt som trycket på djuphållningshjulet begränsas. Man kan genom detta system få såbillen att följa harvbotten mycket bra.

Bearbetning. Med en monterad harv- eller sladdplanka kan man minska harvningsintensiteten ytterligare utan att minska avkastningen. En sladdplanka utsätter jorden för en stor tryckkraft mot underlaget som effektivt reducerar aggregatstorleken. Detta skapar ett bra avdunstnings-skydd även vid en låg harvningsintensitet. Dragkraftsbehovet är lägre med en harvplanka, än med en sladdplanka, och då genomsläppligheten för skörderester är viktig, är förmodligen harvplankan det lämpligaste förredskapet.

Kärnplacering. Djuphållningssystemet är mycket viktigt för en bra kärnplacering. Det visade sig tydligt i de led där såbillarna ryckte upp och ned, med följd att många kärnor placerades i lager 2. Även om det är svårt att kompensera ett dåligt djuphållningssystem finns det fler faktorer som spelar en viktig roll för kärnplaceringen. Överumsförsöket visade billutformningens betydelse för kärnplaceringen. Genom att ta bort bottenplåten, eller böja ned bakkappan på såbillen, förbättrades kärnplaceringen betydligt. En nackdel med bottenplåten är att den efter nedslitning lätt böjs upp, vilket leder till att kärnplaceringen försämras ytterligare. Bottenplåten tillkom för att det skulle bli sådd i två rader, men den medverkar även till packningen av såbotten som har stor betydelse för uppkomsten. Ett borttagande av bottenplåten kräver att man utformar billens framkant så att den förmår att trycka till såbotten.

För att ytterligare förbättra kärnplaceringen är det viktigt att undersöka hur såbillarnas utsläpp av utsäde ska se ut och vilket luftflöde som är optimalt. Sannolikt går det att förbättra kärnplaceringen betydligt genom en medveten styrning av luft- och utsädesflödet.

JB special har en mycket bra horisontell fördelning av utsädet som bör ge en meravkastning på några procent. Meravkastningen ökar relativt sett mer då ogrästrycket är högre. Den bättre horisontella spridningen gör även att avkastningsoptimum ligger vid en något högre utsädesmängd, vilket man bör ta hänsyn till vid praktisk användning. Trots den goda spridningen av

utsädet är det ganska stora avstånd mellan såbanden. Det går att förbättra konkurrensen mot ogräs och minska den intraspecifika konkurrensen mellan plantorna ytterligare genom att öka billbredden eller minska billavståndet. Billaggregatet kommer att vara tillräckligt rymligt även med ett något mindre billavstånd. Minskas billavstånden bör man dock vara medveten om risken att jord som kastas från den främre raden av billar kan störa den bakre billradens arbete. Med en ökad billbredd kan följsamheten av harvbotten försämrats och billarna skulle sannolikt få svårt att jämna av harvbotten.

Genom att göra ytterkanterna på vingarna högre och tjockare kan man få fler kärnor i kanterna på de sådda banden. Fler plantor i ytterkanterna på banden, och mindre bandmellanrum, medför att kantplantorna bestockar sig mindre, vilket minskar andelen grönskott. En jämnare höjd på vingarna skulle även minska såbillarnas plogningseffekt.

Den goda horisontella spridningen av utsädet möjliggörs av såbillens konstruktion. JB special placerar utsädet på båda sidor om såbillen likt en vingbill. Detta har medfört att man kunnat minska antalet såbillar, vilket sänker tillverkningskostnaden samtidigt som genomsläppligheten för skörderester blir god. Billarnas konstruktion medför vidare att den jord som myllar utsädet har passerat över vingarna med en minimal störning, till skillnad från en normal radsåningsbill som plogar bort all jord och sedan placerar fröet bakom billen. Den jord som faller tillbaka över det radsådda fröet är ofta den torraste. För JB special är däremot jorden som täcker utsädet i regel något fuktigare än vid radsådd. Med JB specialens billform är det också en mindre risk att det kommer halm i direkt kontakt med utsädet än med såmaskiner med enkelskivebillar. Om halm placeras i direktkontakt med utsädet riskerar man dålig frögroning på grund av toxiska effekter vid nedbrytning av skörderesterna, om den sker anaerobt (Christian 1982; Lynch & Harper 1982).

Gödselplacering. En stor fördel med JB specials billutformning är att gödselmyllningen är fixerad mellan utsädesbanden. Genom denna utformning sås alltid utsädet skilt från gödseln. Effekten av att placera gödseln på harvbotten ger normalt några procents högre avkastning, jämfört med om gödseln bredsprids och harvas ned (Huhtapalo, 1977). Om man vill utnyttja kombieffekten fullt ut bör dock gödseln placeras några centimeter djupare, vilket kan ge ytterligare 5-10 procents högre avkastning. Dessa avkastningsökningar gäller framför allt i de östra delarna av Sverige, och är normalt mindre i de södra och västra delarna. Vid höstsådd utnyttjar man inte såbillarnas gödslingsfunktion och de negativa följder som ett långt gödselrör medför väger tyngre än kombieffekten. Ändå bör man i möjligaste mån placera gödseln i den fuktiga harvbotten och något djupare än utsädet. Om gödselröret utformas som en väldigt kort släpbill och gödseln släpps ned i botten där röret har släpats, bör man kunna placera gödseln åtminstone 1 cm djupare än utsädet utan att utsädesplaceringen störs. Risken att ett kort gödselrör försämrar såbillens gång kan delvis elimineras genom ett högt billtryck.

Följsamhet av harvbotten. Såbillarnas förmåga att följa en harvbotten är en viktig egenskap hos en såmaskin som utvecklas för varierande bearbetningsförhållanden. För att förbättra denna förmåga undersökte man effekten av att luta en såbill bakåt i Överumsförsöket. Vi fick inte några data från denna undersökning som bekräftade detta, men synintrycket var att denna såbill drog upp mindre rå jord, förmodligen på grund av en mindre jordsökning. Slutsatserna från försöket är att man bör ha en begränsad jordsökning (neutral-negativ) om man strävar efter att billen ska följa harvbotten. Med en mindre jordsökning kan man öka billtrycket kraftigt och såmaskinen blir inte lika beroende av ett exakt inställt billtryck. Antingen begränsas djupet av harvbotten eller av djuphållningshjulen.

Nackdelen med en bakåtvinklad såbill är att direktsådden försvåras. Antingen får man räkna bort den funktionen för JB special eller får man utforma billen så att billvinkeln blir justerbar, vilket dock är tekniskt komplicerat. En annan nackdel med bakåtvinklad bill är att dess halmrensande förmåga försämrats. En fördel är att billens plogningseffekt minskar något. Med ett

pneumatiskt djuphållningssystem kan, som nämnts tidigare, följsamheten förbättras betydligt.

Frigång för skörderester. JB special har idag en tillfredställande genomsläpplighet av skörderester. Borttagandet av skivristen försämrade genomsläppligheten något och om såbillarna lutats bakåt försämrades den ytterligare och det kan då finnas risk för att skörderester blir hängande på såbillarna. Tar man hänsyn till skörderesterna vid utformandet av såbillarna kan man undvika vinklar som gör att skörderester kilas fast mellan billarna och markytan, eller mellan billarna och djuphållningshjulen. För att förbättra genomsläppligheten kan det finnas skäl att ha någon typ av redskap framför varje såbill. I stället för en skivrist kan man montera en framåtlutad fast rist som sätter rotation på skörderesterna och minskar risken för att de ska fastna. Eventuellt minskar man med denna konstruktion även billarnas plogningseffekt, genom att risten formar en smal fåra och den efterföljande såbillen får mindre jord att kasta åt sidorna.

## **JTI-maskinen**

Funktionsmässigt fungerade JTI-maskinen väl i årets försök. Det inställda sådjupet hölls bra oberoende av förbearbetningen och varierade inte mer än för övriga såmaskiner i försöken. Möjligen var det inställda sådjupet i grundaste laget vilket delvis förklarar det låga plantantalet efter sådd med JTI-maskinen. Det grunda sådjupet medförde dock en god bestockning.

För att förbättra djuphållningen kan stödhjulet flyttas närmare såbillen. Då den senaste versionen av JTI-maskinen har en gemensam bill- och stödhjulsarm krävs det inte något svängrum för billen när stenutlösningen löser ut eftersom stödhjulet lyfts upp samtidigt med billen. Hjulet kan därför placeras alldeles bakom såbillen under förutsättning att det inte blir problem med fasthängande skörderester. Man får också kontrollera att den jord som såbillen kastar upp inte byggs på framför hjulet.

Bearbetningsverktyg. Mellan frösålådan och såbillarna finns det idag en uppsättning bearbetningsverktyg vilka ska medverka till att sortera såbädden. Dessa harvpinnar kan, speciellt på ojämna fält, gå ned för djupt och dra upp rå jord. Risken för att fröna myllas för djupt är också ganska stor. Bearbetningsverktygen bör därför tas bort och ersättas med en harvplanka som kan jämna till markytan och ge en finare aggregatstruktur. En harvplanka är, som tidigare nämnts, lämpligare än en sladdplanka då den har en bättre genomsläpplighet för växtrester. Förutom att harvplankans arbete kan ersätta en del av harvningen, vilket minskar antalet överfarter, bör en ökad mängd finjord i ytan förbättra insåddens etableringsförmåga. För att undvika att fröna myllas för djupt bör frösålådan flyttas så att fröna släpps ut bakom såbillarna. Denna placering medför dock att drivningen av fröutmatningen får ske med ett separat hjul.

Efterredskap. Vid sådd, framför allt i de mer bearbetade leden, bildades det en vall av opackad jord mellan stödhjulen. Med ett efterredskap monterat får man en jämnare markyta samtidigt som det ger en nedmyllning av fröna. Ett roterande efterredskap, typ ribbvält, borde fungera bättre under skörderestrika förhållanden men åstadkommer kanske en något sämre myllning än till exempel en långfingerharv. Om antalet såbillar ökas kan det finnas en risk för att de bakre stödhjulen kommer att gå på den jordvall som byggts upp av de främre såbillarna och stödhjulen. Skulle det vara så kan man jämna ut vallen genom att sätta på en fjädrande pinne eller hänga en bit länk direkt bakom det främre hjulet.

Kärnplacering. Kärnplaceringen var inte tillfredsställande då det vid flera tillfällen fanns kärnor i både lager 1 och 2. Dålig kärnplacering beror ofta på bristande djuphållningsförmåga. JTI-maskinen höll dock det inställda sådjupet lika bra som de andra såmaskinerna, varför detta inte torde vara förklaringen. En trolig orsak är att luften, för transport av utsäde till såbillarna, haft en negativ inverkan på kärnplaceringen. För att förbättra kärnplaceringen bör luftflödets inverkan undersökas. Genom att minska luftflödet i såbillarna borde kärnorna lägga sig till-

rätta snabbare och inte blåsas ut mot vingens kant. Nackdelen med ett mindre luftflöde är att billarna lättare sätts igen med jord när de sänks. Man måste då på vanligt sätt se till att såmaskinen är i rörelse innan såbillarna sänks. Kärnornas hastighet kan minskas ytterligare genom att man har ett par snedställda plåtar inuti det lodräta såbillsröret, vilka reducerar kärnornas acceleration då de faller ned genom röret.

Borttagandet av såbillens bottenplåt tycktes förbättra den horisontella kärnplaceringen. Det bör även inverka positivt på den vertikala fördelningen även om det blir en något ojämnare såbottnen. Utan bottenplåt bromsas kärnorna upp mot den smågropiga såbottnen, och lägger sig till rätta innan vingen passerat över kärnorna och jorden faller tillbaka. Den såbäddsundersökning som utfördes under hösten visade inte någon större skillnad i den vertikala utsädesplaceringen mellan såbillarna med och utan bottenplatta. Denna undersökning försvårades dock av att markstrukturen var grov, varför man inte kan lägga allt för stor vikt vid dessa resultat.

Trots att kärnplaceringen var dålig och antalet uppkomna plantor relativt litet var avkastningen i nivå med referensmaskinen. JTI-maskinens förhållandevis kraftiga packning av såbäddens ytskikt kan i år ha varit till fördel, då den därigenom ökade kapillariteten förbättrat utsädet tillgång på vatten. En alltför stor tillpackning av ytskiktet kan medföra ett sämre avdunstningskydd och risk för skorpbildning, varför belastningen på såbillarna/stödhjulen måste anpassas till de förhållanden som råder.

Såbillens utformning. Såbillens tvära framkant medför en viss sortering av såbädden, vilket bör undvikas då vattenhalten i regel tilltar med djupet (Håkansson & von Polgár, 1977). Denna nackdel uppvägs dock av billens förmåga att få upp växtrester till ytan och därigenom skapa en god kontakt mellan utsädet och jorden. För att utnyttja kombigödslingen bättre skulle gödseln helst placeras något djupare, gärna 25 - 30 mm, men utan att störa såbottnen. Om gödseln myllas djupare kan avståndet mellan vingarnas insidor minskas utan att riskera att utsädet placeras för nära gödseln. På så sätt kan den horisontella spridningen av utsädet förbättras utan att såbillen görs bredare.

En fördel med såbillens kantiga form är att slitaget främst sker på vingens tvära framkant och slitstålet framför gödselutsläppet. Dessa slitytor är små och har en enkel form vilket bör medföra att tillverknings- och reservdelskostnaderna kan hållas nere, vilket är viktigt för maskinens totalekonomi.

Separat billenhet. Det finns både för- och nackdelar med att låta billaggregatet utgöra en egen enhet. Till fördelarna hör en bättre genomsläpplighet för skörderester, då avstånden mellan billarna blir större. Som en egen enhet förbättras även billaggregatets följsamhet på kuperade fält och framför allt blir man inte låst vid att ha såbillarna monterade efter utsädesbehållaren. Om billaggregatet monteras direkt efter traktorn får man en betydligt bättre överblick av såbillarnas arbete. Samtidigt underlättas påfyllning av gödsel och utsäde.

Den största nackdelen med en separat billenhet är att man inte kan föra över vikten från utsädesbehållaren till såbillarna när man behöver ett högre tryck på billarna. Billenheten måste därför antingen vara tillräckligt tung i sig själv eller belastas med extra vikter vid behov. Ett annat sätt att öka såbillarnas nedträngningsförmåga är att öka billens jordsökning, men det leder till att en större mängd rå jord dras upp vilket ökar förlusten av markfukt. En annan nackdel är att kraftöverföringen från traktorn till såmaskinens fläkt försvåras då utsädesbehållaren bogseras bakom såbillsenheten. På kanadensiska såmaskiner med separat billenhet drivs fläkten antingen med traktorns hydraulik eller med hjälp av en separat motor på såmaskinen. En ovanlig lösning, som tillämpas på utsädesbehållaren "Eagle Air Ezee-on model 160", är att fläkten drivs mekaniskt från utsädesbehållarens bärhjul. Enligt tillverkaren kommer då luftflödet att automatiskt anpassas till körhastigheten och den för tillfället utmatade utsädesmängden. Denna lösning är enkel men det är osäkert hur bra den fungerar i praktiken.



Till nackdelarna hör även att det är svårare att manövrera såmaskinen då den består av två delar, utsädesbehållare och såbillsenhet. Ett långt billaggregat medför en sämre följsamhet när man svängar, och vid körning i sidlut (Quick et al, 1985). En möjlighet att göra billenheten kortare, utan att försämra genomsläppligheten, är att ersätta den nuvarande enkla bill- och stödhjulsarmen med två parallella armar. Med parallellföring kommer såbillens vinkel i förhållande till markytan att vara densamma oberoende av billarmens lutning, varför armarna kan göras kortare utan att det inverkar på såbillens arbete.

## SAMMANFATTNING

I konventionell växtodling kan man göra stora besparingar genom att reducera jordbearbetningen. Plöjningsfri odling och/eller en låg harvningsintensitet kan, under rätt förutsättningar, ge minst lika hög avkastning som konventionell bearbetning. En reduktion av bearbetningen ställer dock högre krav på såmaskinens förmåga att klara av stora mängder växtrester och att placera utsädet på rätt sådjup.

I detta meddelande utvärderas JB special och JTI-maskinen, vilka båda är såmaskinsprototyper avsedda för reducerad bearbetning. Utvärderingen genomfördes framför allt i de två försöksserierna: R2-5015 "Såbillar olika förbearbetning" och R2-5016 "Såbillar plöjningsfri odling". Som referenssåmaskiner i dessa försöksserier användes fyra olika såmaskiner: Nordsten, Bettinson, Väderstad rapid och Ekoodlaren.

JB special och JTI-maskinen har många likheter. Såmaskinen i både JB special och JTI-maskinen är en Tive combi-jet på vilken ett nytt billaggregat monterats. Billarna på båda såmaskinerna liknar konventionella vingbillar. Varje såbill sår utsädet i två band och gödseln placeras mellan banden. Avståndet i sidled mellan billenheterna är 25 cm. Genom att de är placerade i två rader blir avståndet mellan billarna på en axel 50 cm och genomsläppligheten av växtrester god.

Såbillarna trycks ned hydrauliskt med individuella hydraulkolvar, vilka även fungerar som stenulösning. Sådjupet bestäms av ett djuphållningshjul som går bakom varje såbill och som även åstadkommer en lätt packning. En principiell skillnad mellan såmaskinerna är att JB special, till skillnad från JTI-maskinen, även ska kunna följa en harvbotten.

Båda såmaskinernas djuphållningssystem har fungerat bra nästan oberoende av bearbetningsintensitet. Såbillarnas följsamhet med markytan kan dock ytterligare förbättras. Det bör undersökas vilket avstånd mellan djuphållningshjulet och billen som är optimalt, både vad det gäller följsamhet med markytan och funktion. Att placera djuphållningshjulen vid sidan om såbillarna kan visa sig förbättra billarnas följsamhet med markytan. Man bör även undersöka möjligheten att ersätta det hydrauliska djuphållningssystemet med ett pneumatiskt.

Genom att placera djuphållningshjulen vid sidan om billarna missar man återpackningen av såbädden. Den enklaste lösningen är då att ersätta återpackningen med en separat vältning. Efterredskapet på såmaskinerna bör konstrueras framför allt för att jämna till markytan. Detta kan ske med efterredskap som liknar det som idag finns på JB special.

Uppkomsten var i vissa led sämre för båda såmaskinerna, framför allt på grund av en dålig kärnplacering. För att lösa problemet med kärnplaceringen bör kärn- och luftflödet studeras ingående. Såbillarnas bottenplåtar bidrog till en dålig kärnplacering och när de togs bort förbättrades kärnplaceringen i både vertikal- och horisontal led. Bottenplåtarna fyller dock en funktion genom att trycka till såbotten.

Referenssåmaskinerna hade en bättre uppkomst framför allt i led med en låg harvningsintensitet. Detta förklaras av att de var utrustade med sladd- eller harvplankor som vad beträffar finfördelningen av aggregaten i princip motsvarade en harvning. För att förbättra JB special och JTI-maskinen bör båda maskinerna utrustas med någon typ av harvplanka.

Trots skillnaderna i uppkomst för de olika såmaskinerna var det inte några signifikanta avkastningsskillnader i de vårsådda försöken. Den sämre uppkomsten för JB special och JTI-maskinen kompenseras till viss del av en bättre bestockning. Bestockningen i led sådda med JB special var särskild bra tack vare dess bättre horisontella spridning av utsädet. I de höstsådda försöken var avkastningen högre för referenssåmaskinerna. Några direkta orsaker till dessa skillnader har vi inte funnit.

Både resultaten från försöken, och de båda såmaskinernas arbete i fältförsöken har visat att de är lovande prototyper. Genom att utveckla de detaljer som diskuterats tidigare, bör man kunna konstruera en såmaskin som mycket väl möter de krav som ställs i odlingssystem med reducerad bearbetning.

## SUMMARY

### New drills for reduced tillage

One way to save costs in crop production is to minimize tillage. Farming without ploughing has in different trials given almost equal yield as conventional tillage, and in this report trials show that under certain circumstances, a low intensity of harrowing will give the highest yield. However, reduced tillage raises the demand for good trash clearance performance of the drill, and also it is more difficult to achieve a uniform sowing depth when the intensity of tillage is low.

This report describes two drill-prototypes for reduced tillage which were evaluated in 1993. The prototypes are the JB special, developed at the Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, and the JTI-maskinen, developed at the Swedish Institute of Agricultural Engineering, Uppsala. The evaluation is mainly based on results from the two series of field trials: R2-5015, "Share coulters, different cultivation" and R2-5016, "Share coulters, ploughless tillage".

Three different cultivation methods were used in serie R2-5015: 1) conventional mouldboard ploughing to 25 cm depth followed by conventional seedbed preparation; 2) tow passes of stubble cultivation followed by conventional seedbed preparation and 3) direct drill without any primary tillage. In R2-5016 the primary tillage was mouldboard ploughing respectively stubble cultivation. The plot designed for primary tillage was divided into three subplots with different intensities of harrowing from non at all to one or three passes with a S-tine harrow. In both series of field trials, the prototypes were compared with four different reference drills: Nordsten combi, Ekoodlaren, Bettinson 3-D and Väderstad rapid combi.

The design of the JB special and the JTI-maskinen shows many similarities. Both prototypes have their base in the same type of machine, a Tive Combi-jet. Each Tive has been equipped with a new set of coulters. The coulters have a design similar to wing-coulters. Each coulters sows two 5 cm wide bands of seed and the fertilizer is placed between the bands, one cm deeper than the seed. The parallel distance between each coulters is 25 cm, and since the coulters are placed in two rows the trash clearance is satisfactory.

The coulters are pressed down in the soil with hydraulic cylinders which also functionate as an overload protection system. The depth of sowing is controlled by rear gauge wheels. The

coulters of JB special are, in comparison to the coulters of the JTI-maskinen, designed to be able to follow the tillage bottom.

In spring sown trials emergence was better when the reference drills were used for sowing. However, the degree of tillering were higher after the use of JB special and the JTI-maskinen something which partly compensated for the bad emergence and regarding the yield itself there was no significant difference. The horizontal distribution of plants sown with JB special was better, compared with the other machines, which resulted in extra high tillering of plants when using the JB special.

In autumn sown trials the yield was higher after seeding with the reference machines.

The depth control system of both machines functioned well under different tillage conditions. However, the flexibility of seeding depth in relation to soil surface needs further development. The distance between gauge wheels and coulters is crucial, and more tests are needed to evaluate the optimum distance. Side-mounted gauge wheels can improve the function of the depth system. One should also consider to replace the hydraulic depth control system with a pneumatic.

The same type of harrowing attachment used today on the JB special can be useful on both prototypes to level the ground after seeding.

In some of the experimental treatments less successful seed placement resulted in nonsatisfactory plant emergence. To improve the emergence it is necessary to further evaluate the seed- and airflow through and out from the coulter. Some results from the trials indicated that the bottomplate of the coulter contribute to a less successful seedplacement. The seedplacement was improved, both vertically and horizontally, when the plates were removed. However, the bottomplates press the seedbed under the sown seed which improves the flow of capillarity water to the seeds.

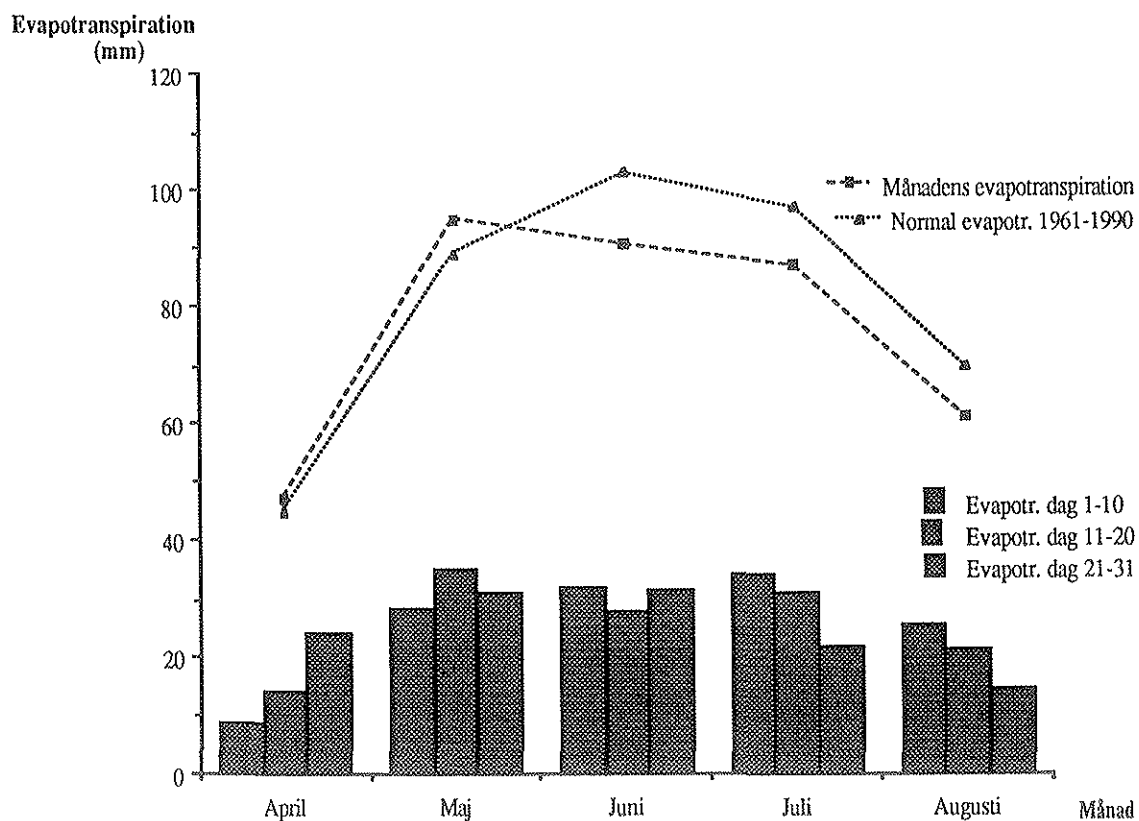
The emergence was better after treatments sown with the reference drills especially when the intensity of tillage was low. One reason for these results is that the reference drills were equipped with scrubbers which regarding dispersion achieves the same result as one harrowing. To improve the JB special and the JTI-maskinen both machines should be equipped with scrubbers of the same type used on Väderstad rapid.

The results from the field trials including the performance of the two experimental machines machines show that these machines are promising prototypes. Some development of the details discussed in this report may improve the prototypes further so that they can meet the special demands of reduced tillage.

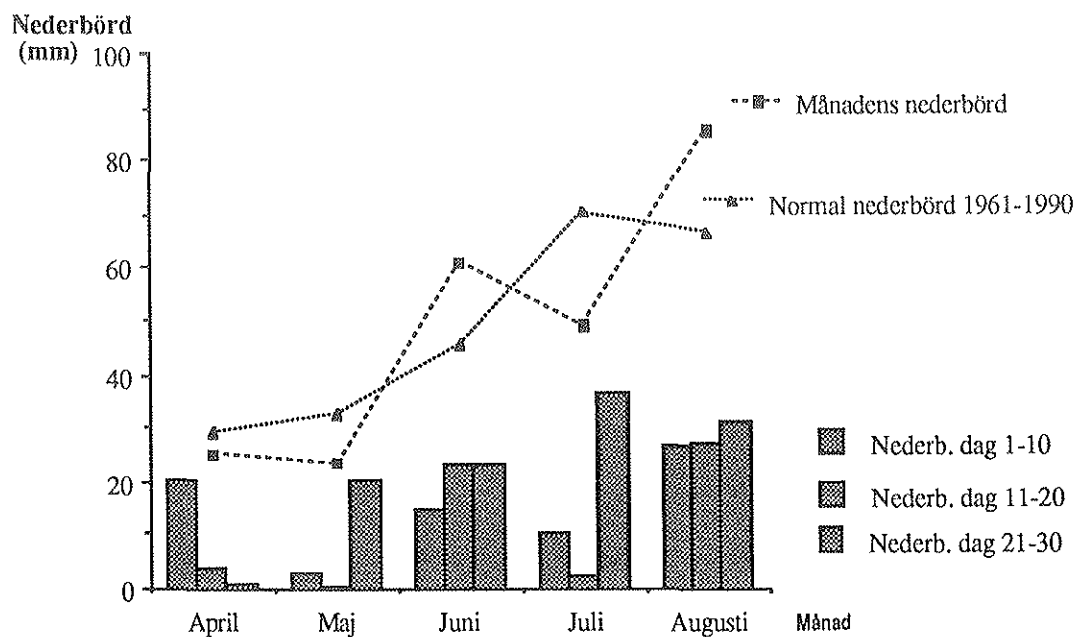
## REFERENSER

- Andersson, B. 1986. Influence of crop density and spacing on weed competition and grain yield in wheat and barley. *Proceedings EWRS Symposium 1986, Economic Weed control*, pp 121-128.
- Andersson, M. 1992. Förstudie över teknik för precisionssådd av spannmål. *JTI-rapport 148*, Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.
- Campbell, B.D., Mc Donald, J.H. & Baker, C.J. 1985. A mechanism to regulate winged coulter depth and overdrilled seed spacing in field experiments. *New Zealand Journal of experimental agriculture*, 1985 vol. 13 : pp 175-179.
- Christian, D.G. 1982. Straw residues-their effects on the soil and crop- part 1. *Proc. 'Burn or Bury' SAWMA Conference*, St Ives, Cambs.
- Dexter, A.R. 1986. Strength of soil aggregates and of aggregate beds. *Impact of water and external forces on soil structure, selected paper of the 1st Workshop on Soilphysics and Soilmechanics*. Hannover pp 35-52.
- Foster, G.R. & Moldenhauer, W.C. 1985. Tillage characteristics affecting soil erosion by water. *Tillage machinery systems as related to cropping systems., International conference on soil dynamics. Proceedings. Volume 3* Auburn, Alabama. pp 536-545.
- Heege, H.J. 1967. Die Gleichstand-, Drill- und Breitsaat des Getreides unter besonderer Berücksichtigung der flächenmässigen kornverteilung. *KTL-Berichte über Landtechnik Nr 112* München Wolfratshausen:Neureuter Verlag.
- Heege, H.J. 1977. Technik der Getreidebestellung. *Landtechnik. DLG-Mitteilungen 18/1977*. pp 1004-1007.
- Heege, H.J. 1989. The control of sowing depth and seed rate. *DLG Mitteilungen*, 104:21/22 pp 1108-1109.
- Huhtapalo, Å. 1977. Radmyllning av handelsgödsel. *Lantbrukspraktika 1978*. LT's förlag, Stockholm.
- Håkansson, I. & von Polgár, J. 1977. Modellförsök med såbäddens funktion II, Försök med skiktade och oskiktade såbäddar. *Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr 53*, Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Håkansson, S. 1975. Grundläggande växtodlingsfrågor I, Inflytande av utsädesmängden och utsädes horisontella fördelning på utveckling och produktion i kortvariga växtbestånd. *Rapporter och avhandlingar 33 Institutionen för växtodling*, lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Håkansson, S. 1979. Grundläggande växtodlingsfrågor II, Faktorer av betydelse för plant-etablering, konkurrens och produktion i åkerns växtbestånd, *Rapport 72. Institutionen för växtodling*, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Kaufmann, M.L. 1968. Coleoptile length and emergence in varieties of barley, oats and wheat. *Can. J. Pl. Sci.* 48, pp 357-361.
- Kritz, G. 1983. Såbäddar för vårstråsäd, en stickprovsundersökning. *Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr 65*, Inst för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Lynch, J.M. & Harper, S.H.T. 1982. Straw residues-their effects on the soil and crop part 2. *Proc. 'Burn or Bury' SAWMA Conference*, St Ives, Cambs.
- MacIntyre, D., Gray, A. G. & Sharp, M. J. 1986. The development and field trials of the 'A' blade coulter for introducing seed into the soil. *Agricultural engineer* pp 43-51.

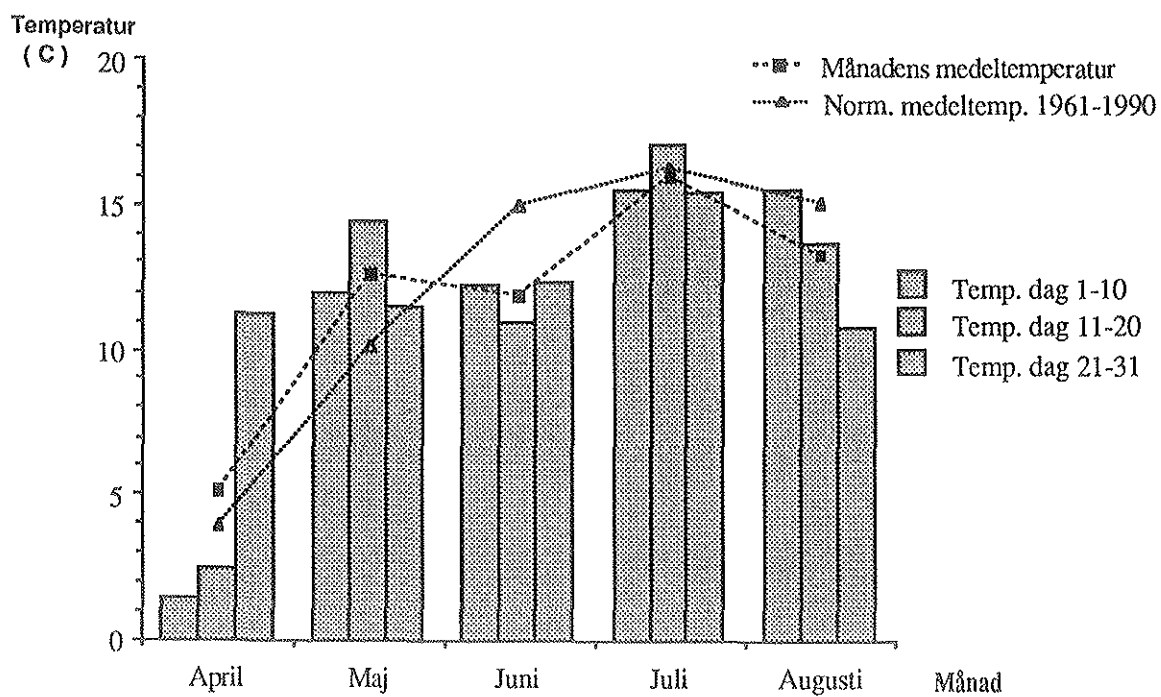
- Morrison, J.E. 1988. Interactive planter depth control and pneumatic downpressure system. *Transactions of the ASAE vol. 31 1*, pp 14-18.
- Morrison, J.E. & Gerik, T.J. 1985a. Planter depth control: I. Predictions and Projected effects on crop emergence. *Transactions of the ASAE vol. 28 5-6*, pp 1415-1418.
- Morrison, J.E. & Gerik, T.J. 1985b. Planter depth control: II. Empirical testing and plant responses. *Transactions of the ASAE vol. 28 5-6*, pp 1744-1748.
- Mozafar, A. & Oertli, J.J. 1992. Root-zone temperature and salinity: Interacting effects on tillering, growth and element concentration in barley. *Plant and Soil 139*:31-38.
- Mülle, G. & Heege, H.J. 1981. Kornverteilung über die Fläche und Ertrag bei Getreide. *Zeitschrift für Acker- und pflanzenbau 150*, Verlag Paul Parey, Berlin pp 97-112.
- Nilsson, H. 1983. *Olika såbillar för direktsådd. Seminarieuppsats, avdelningen för jordbearbetning*, Institutionen för markvetenskap Sveriges lantbruksuniversitet.
- Ohlander, L., Eriksson, E. & Stendahl, F. 1992. *Produktionsbiologi - stråsäd.*, reviderat oktober 1992., Institutionen för växtodlingslära, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Osvald, H. 1959. *Åkerns nyttoväxter*. Stockholm. 596 pp.
- Pehkonen, A. & Sipilä, I. 1984. Improving the emergence in band sowing with wing coulters. *Helsingin yliopisto maataloustekniologian laitos, n:o 43*. 48 pp.
- Quick, G.R., Brown, G.A. & Bianca, J. 1985. Trashflow Through Australian tillage and seeding machines- improvement by design. *Tillage machinery systems as related to cropping systems, International conference on soil dynamics. Proceedings. Volume 3* Auburn, Alabama pp 569-571.
- SAS Institute Inc.. 1989. *SAS/STAT User's Guide*, version 6, Fourth Edition, volume 2. Cary, NC: SAS Institute Inc.. 846 pp.
- SAS Institute Inc.. 1990. *SAS Language: Reference*, version 6, First Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.. 1042 pp.
- Tobiasson, M. 1992. Ekoodlaren-En studie av ett kombinationsredskap för sådd och ogräshackning, utförd våren och sommaren 1991. *Meddelande nr 2 1992 från jordbearbetningsavdelningen*, Inst. för markvet., Sveriges lantbruksuniversitet.
- Tobiasson, M. 1993. Såbillar för reducerad bearbetning. *Meddelande nr 3 1993 från jordbearbetningsavdelningen*, Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.
- von Polgár, J. 1986. Efterredskap till såmaskin., *Konsulentavdelningens rapporter, SLU, Allmänt 84, 1986 22*: 1-10.
- Ward, L.D., Norris, C.P. & Thomas, 1991. Component interactions in zero till planters for heavy clay soils in southern Queensland. *Soil and Tillage research, 20:1*, pp 19-32.



Figur 1. Evapotranspiration under 10-dagars perioder och månadsvis, växtodlingssäsongen 1993.



Figur 2. Nederbörd under 10-dagars perioder och månadsvis, växtodlingssäsongen 1993.

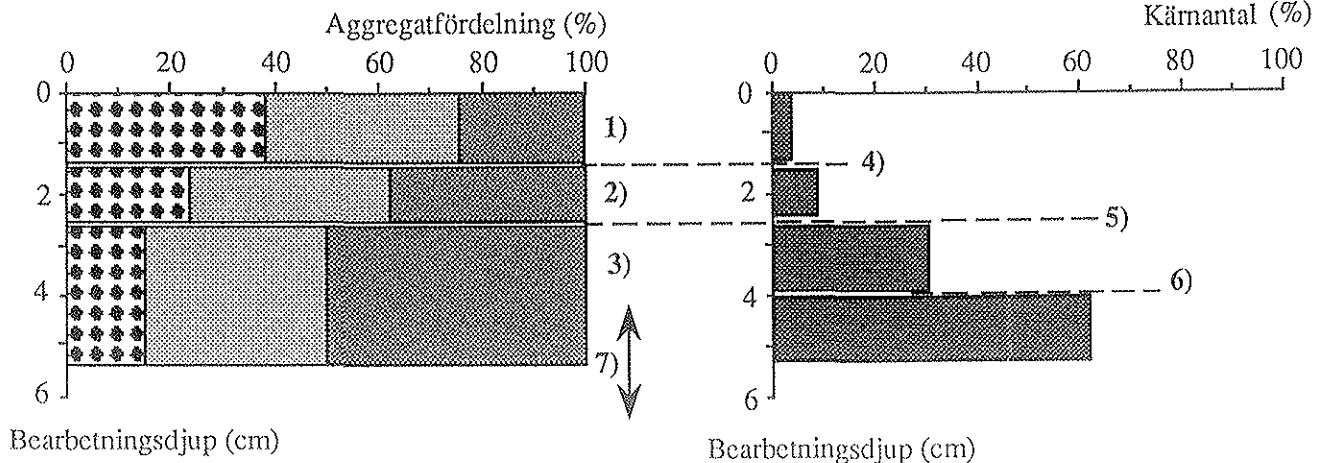


Figur 3. Temperatur under 10-dagars perioder och månadsvis, växtodlingssäsongen 1993.

## Nyckel till såbäddsdiagrammen

Aggregatstorleksfördelning

Kärnplacering



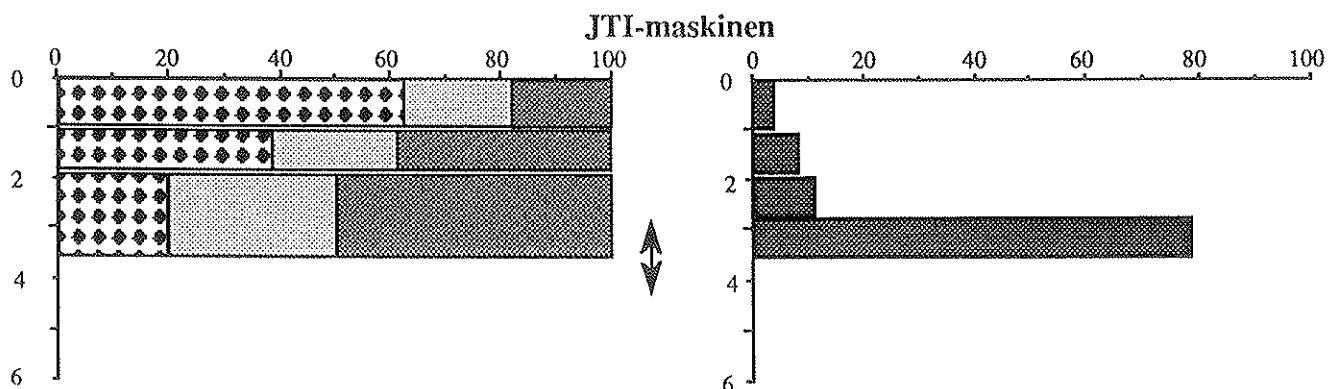
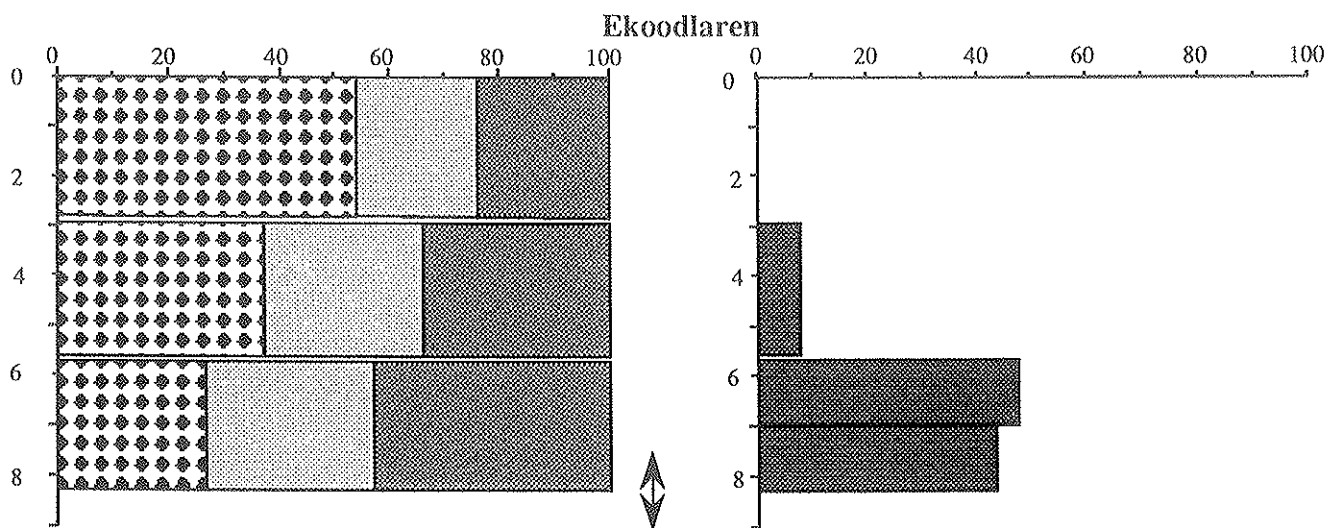
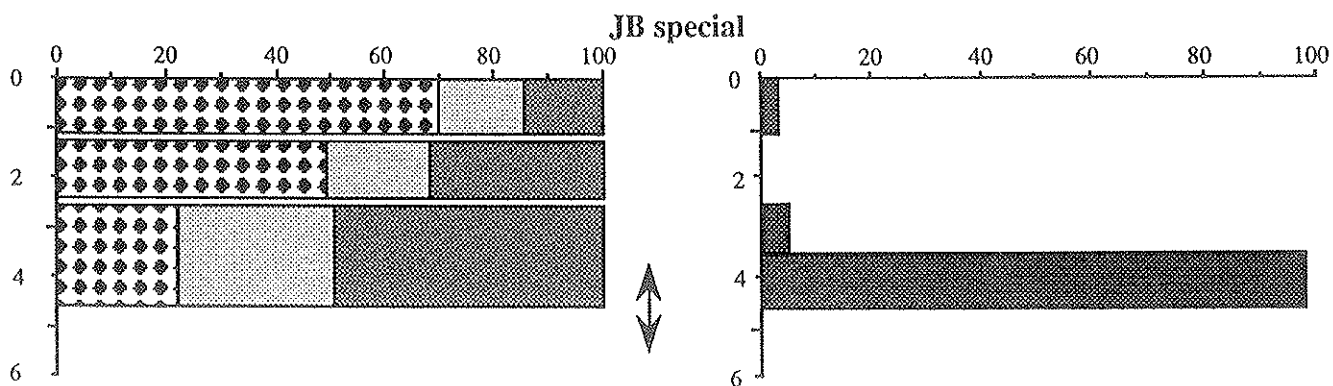
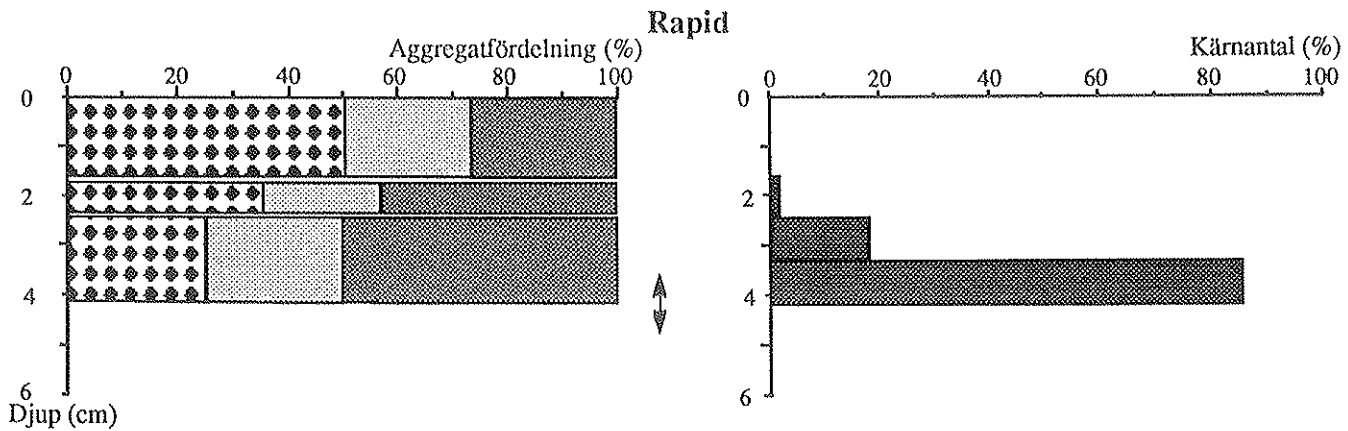
- ◆◆◆◆◆ Aggregat > 5 mm
- ▨ Aggregat 2 mm - 5 mm
- ▩ Aggregat < 2 mm

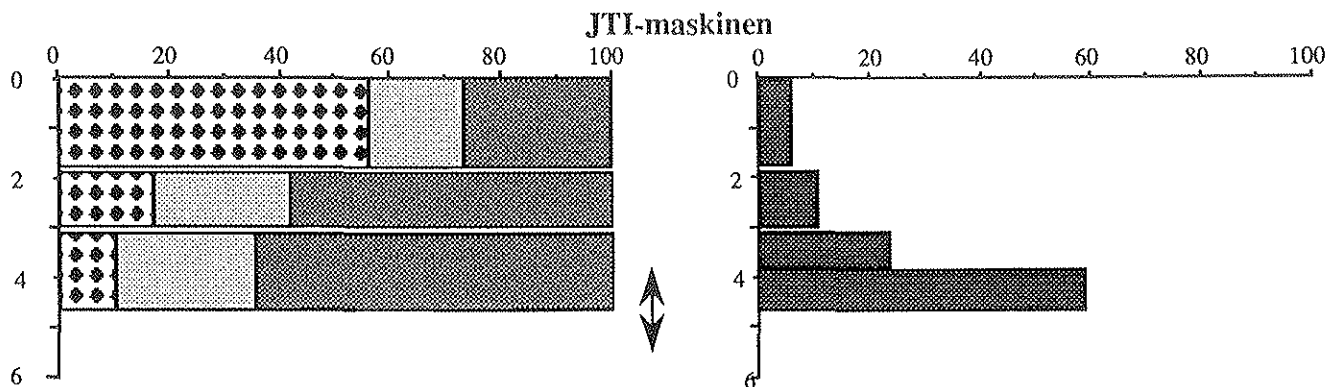
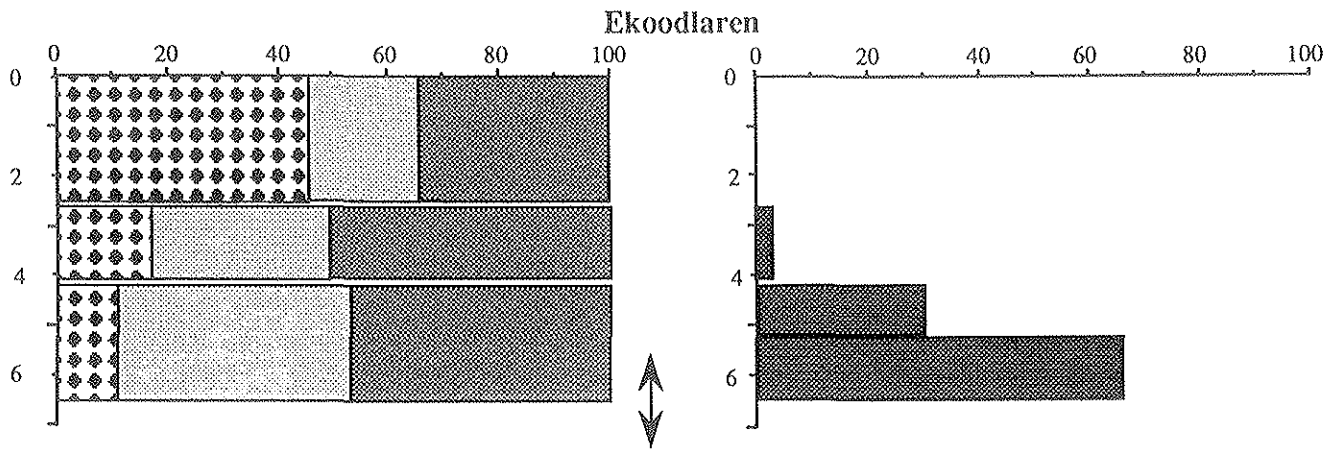
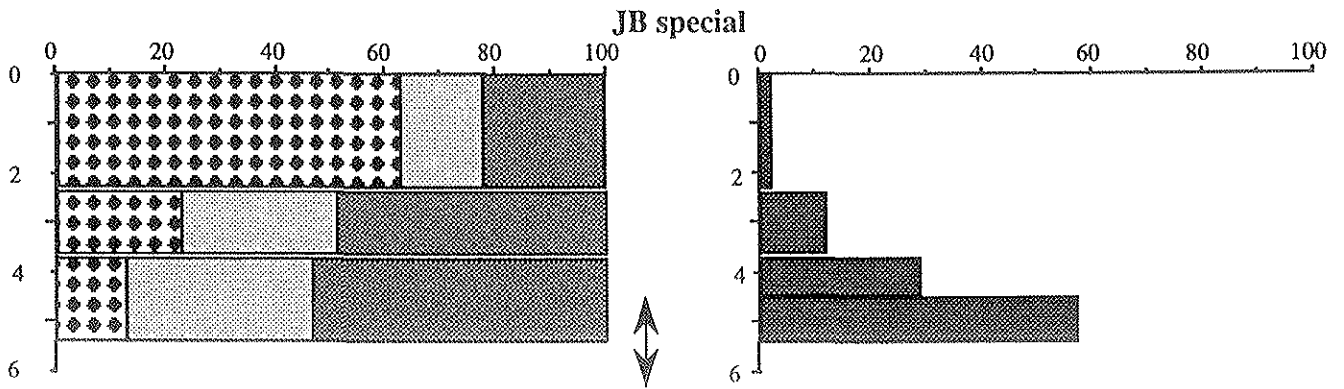
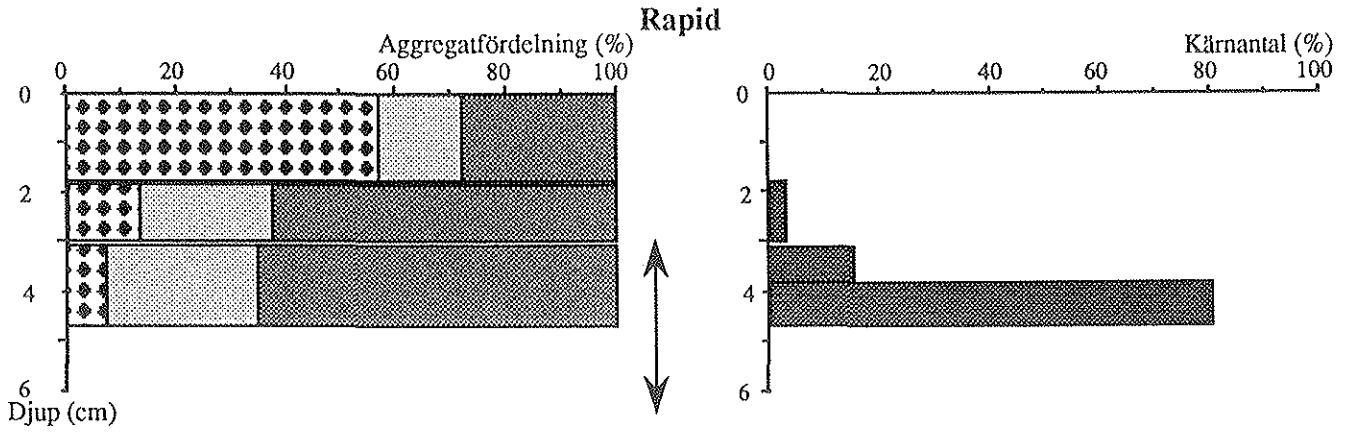
- 1) Lager 1
- 2) Lager 2
- 3) Lager 3

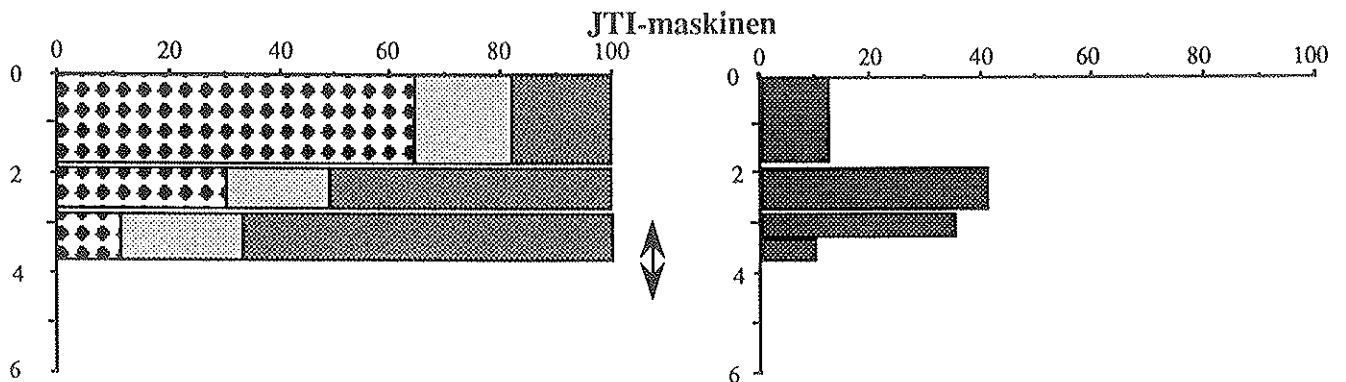
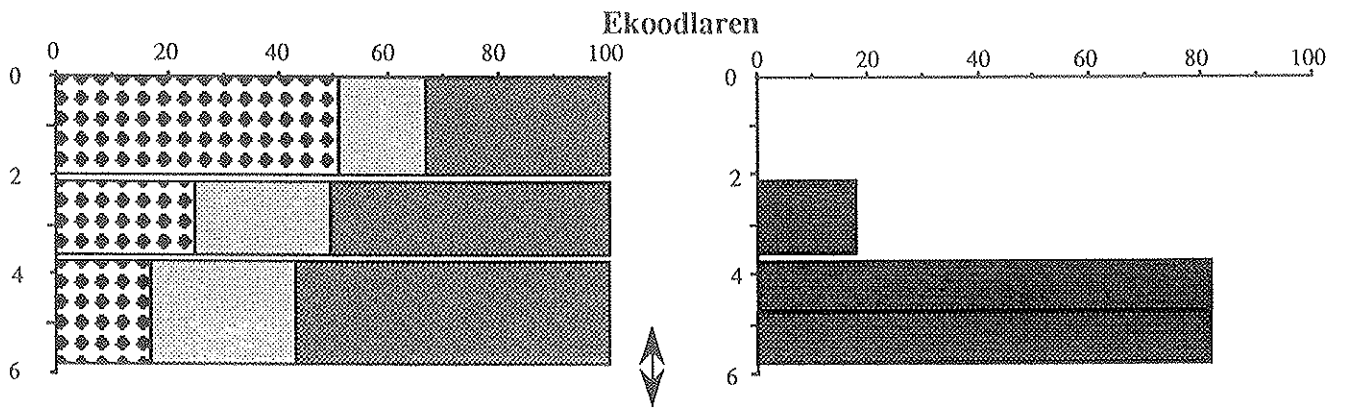
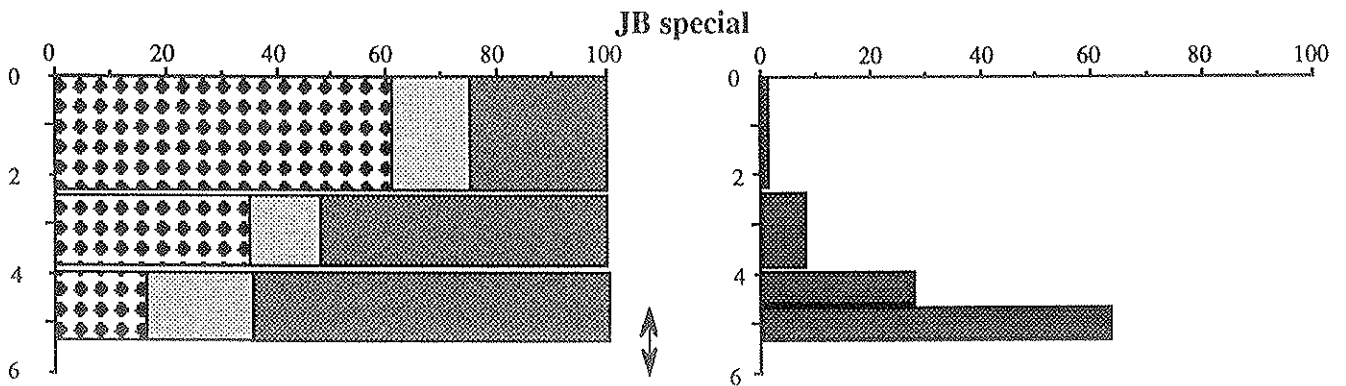
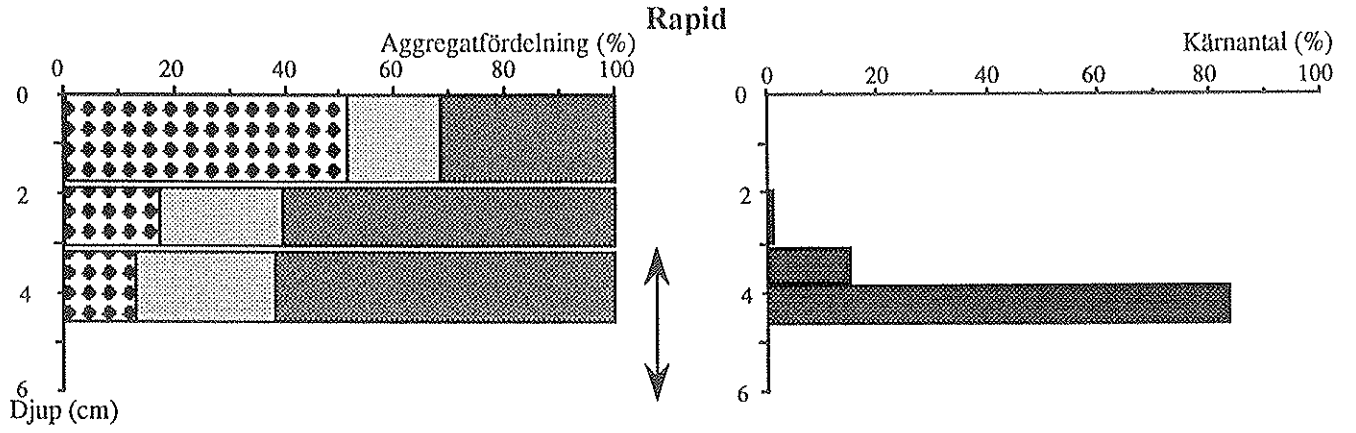
- ▩ Lager 1, 2, 3 och 4

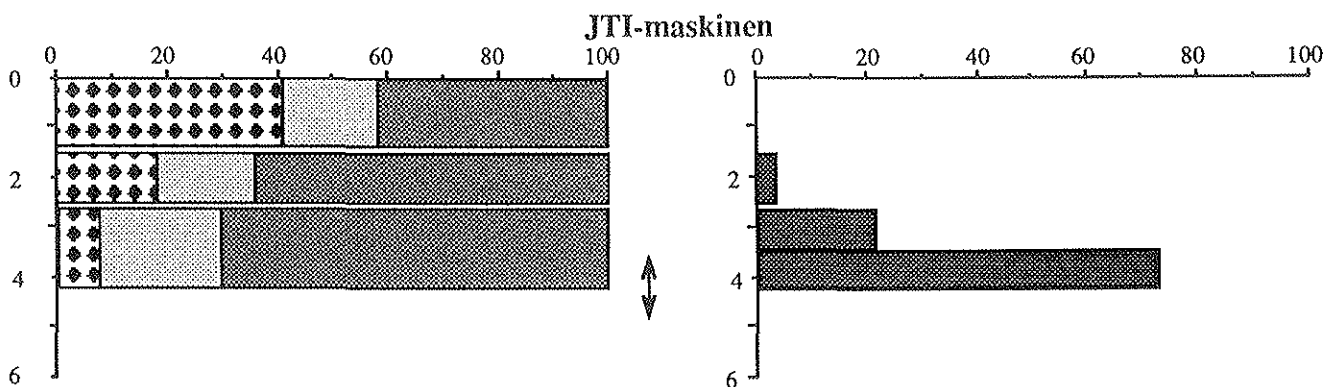
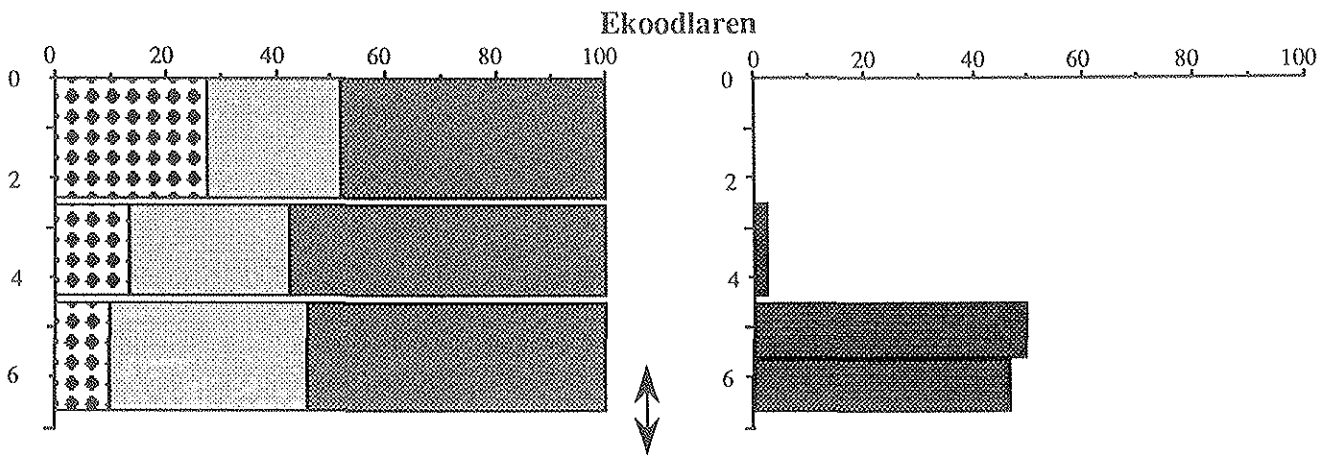
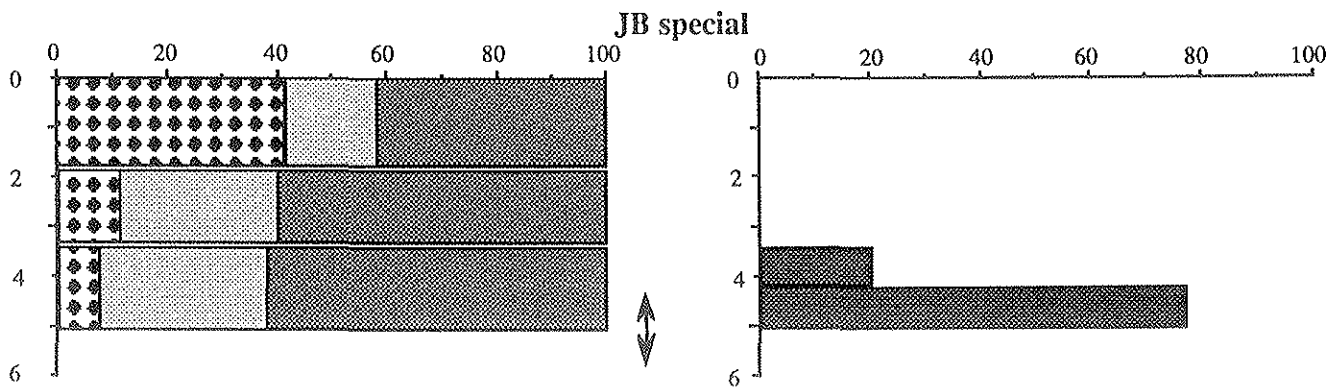
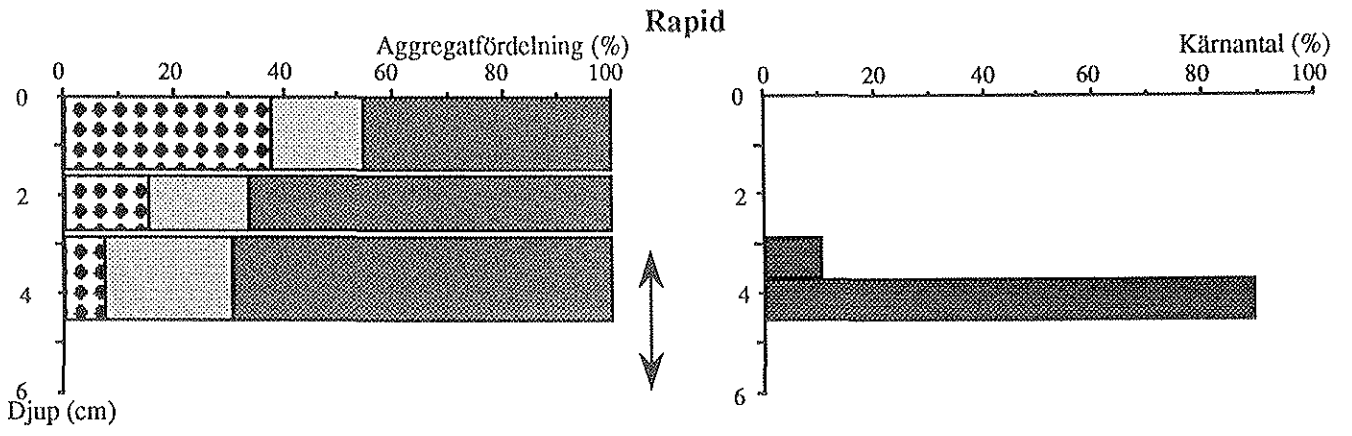
- 4) Medeldjup för gräns mellan lager 1 och 2.
- 5) Medeldjup för gräns mellan lager 2 och 3.
- 6) Lager 3 och 4 har vardera i diagrammet schematiskt tilldelats halva jordlager 3:s tjocklek.
- 7) Såbottnens högsta och lägsta punkt.

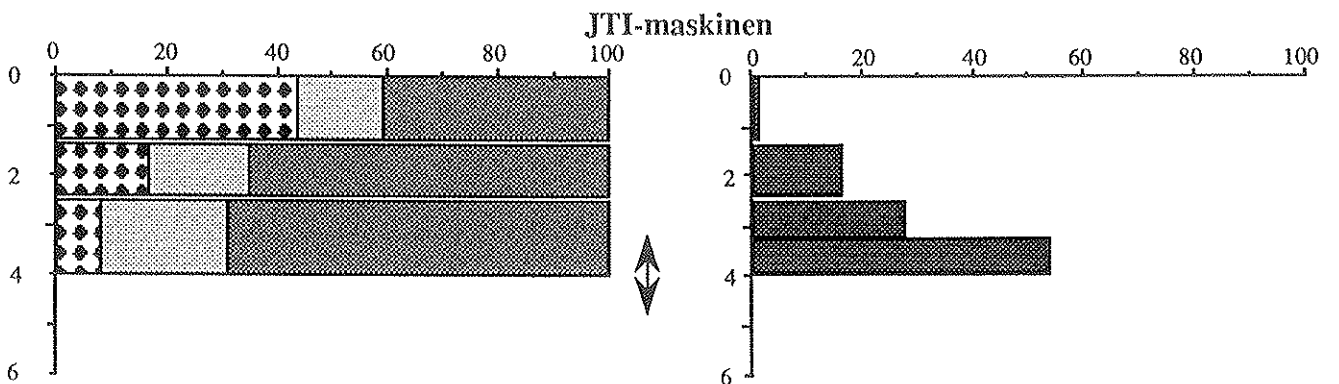
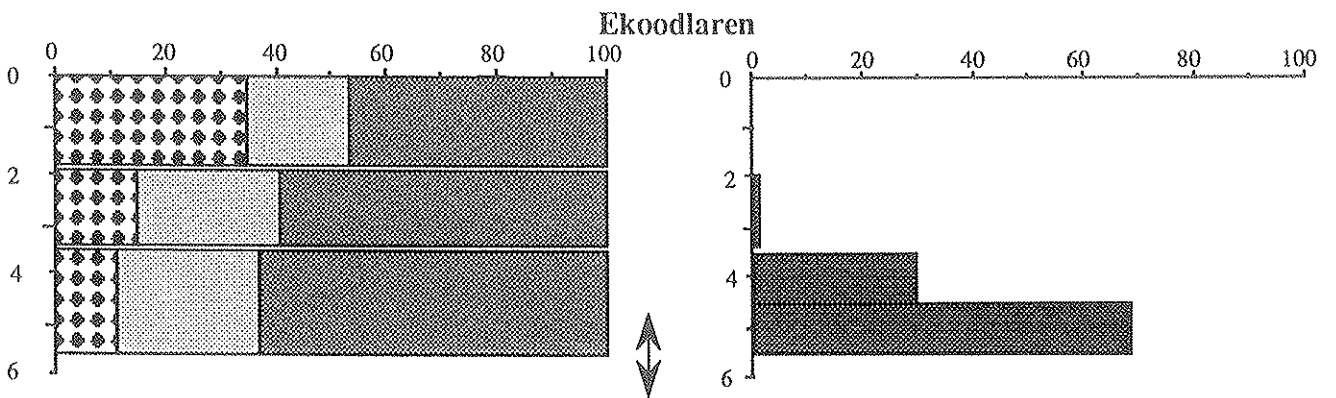
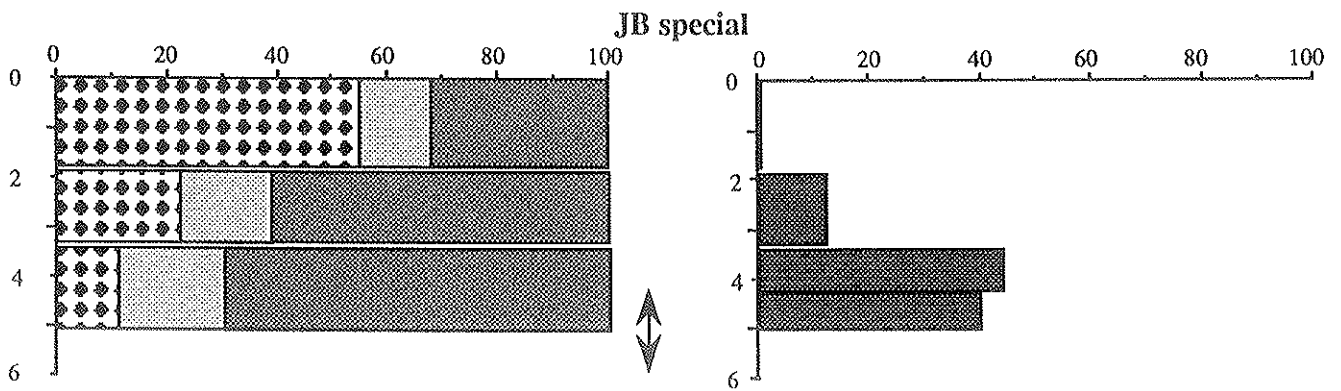
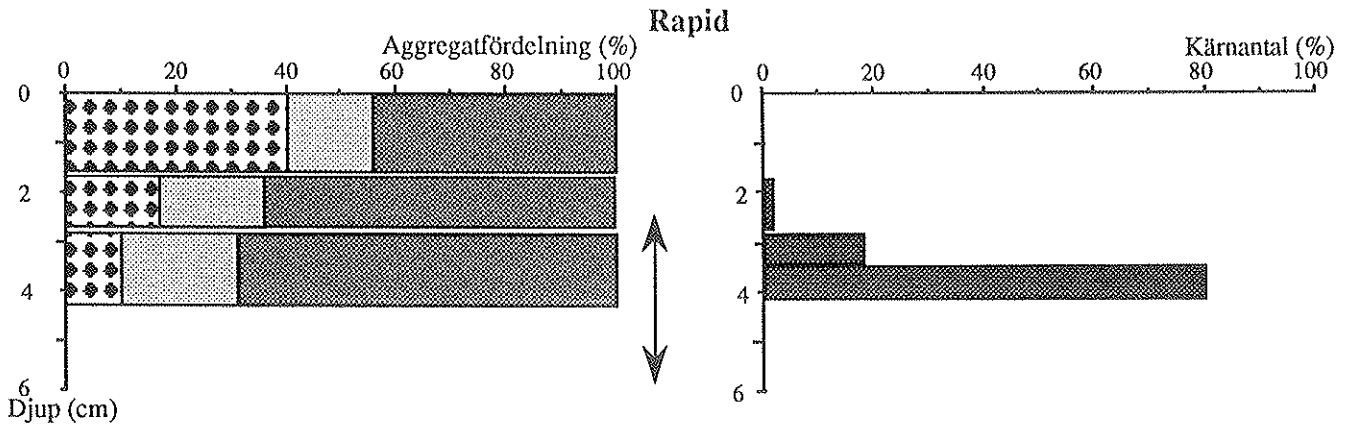


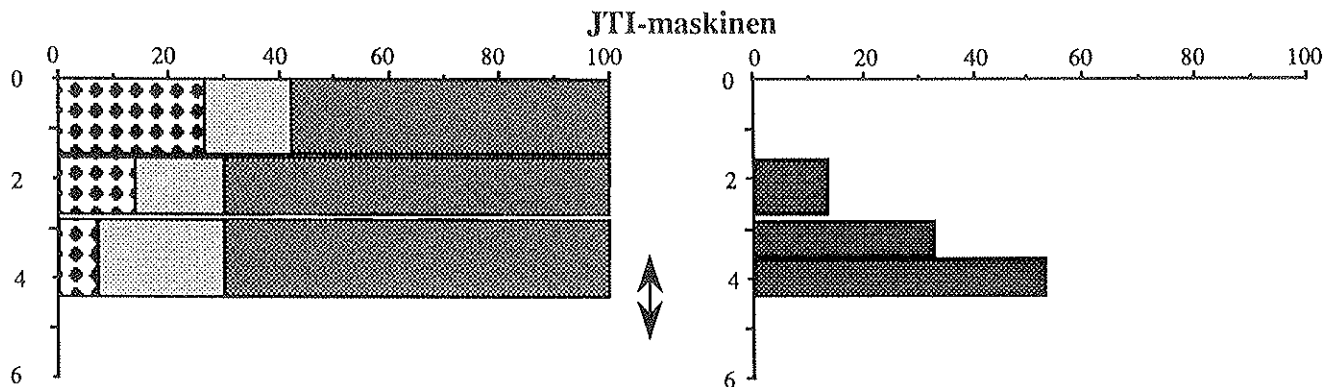
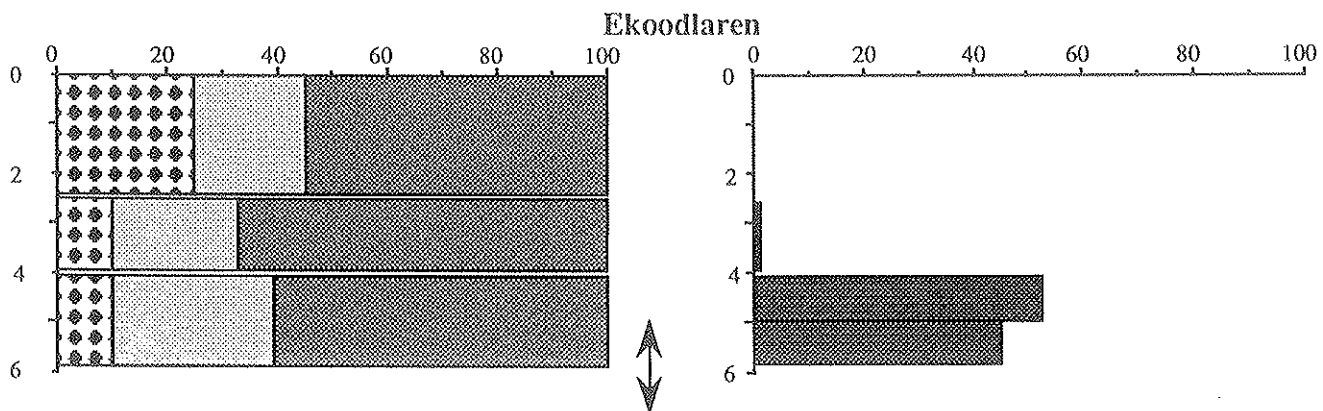
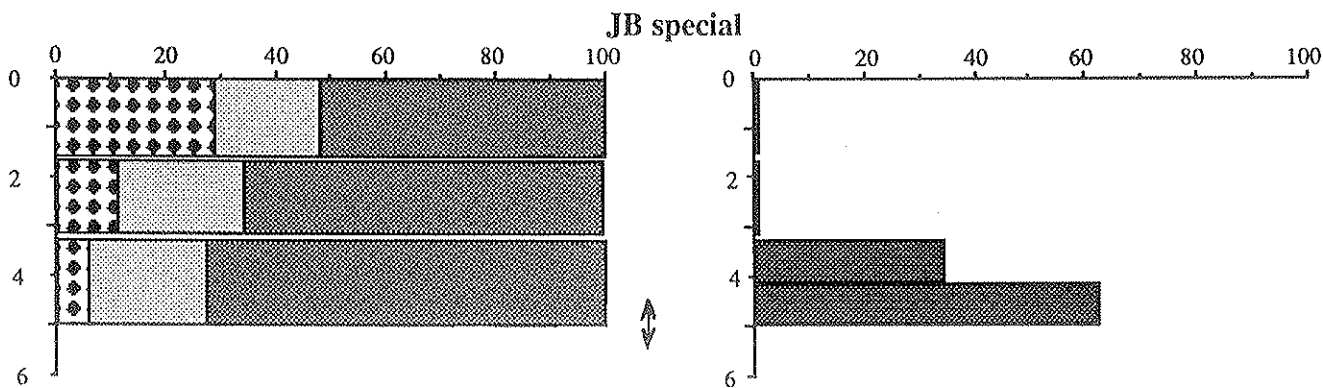
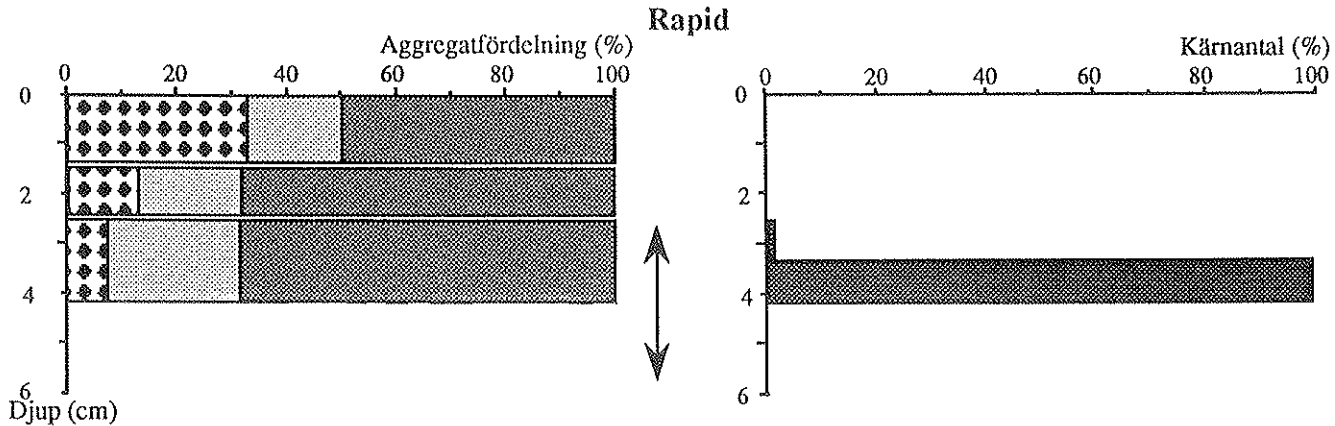


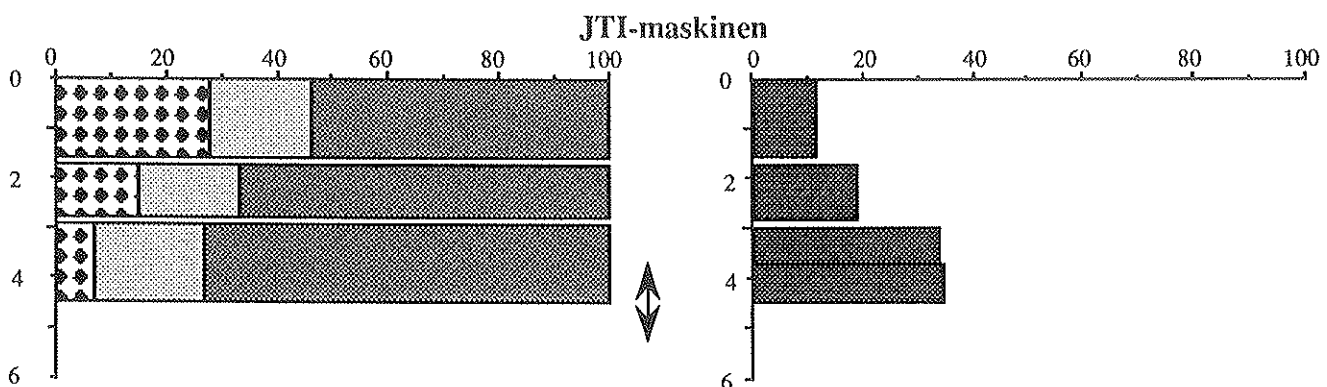
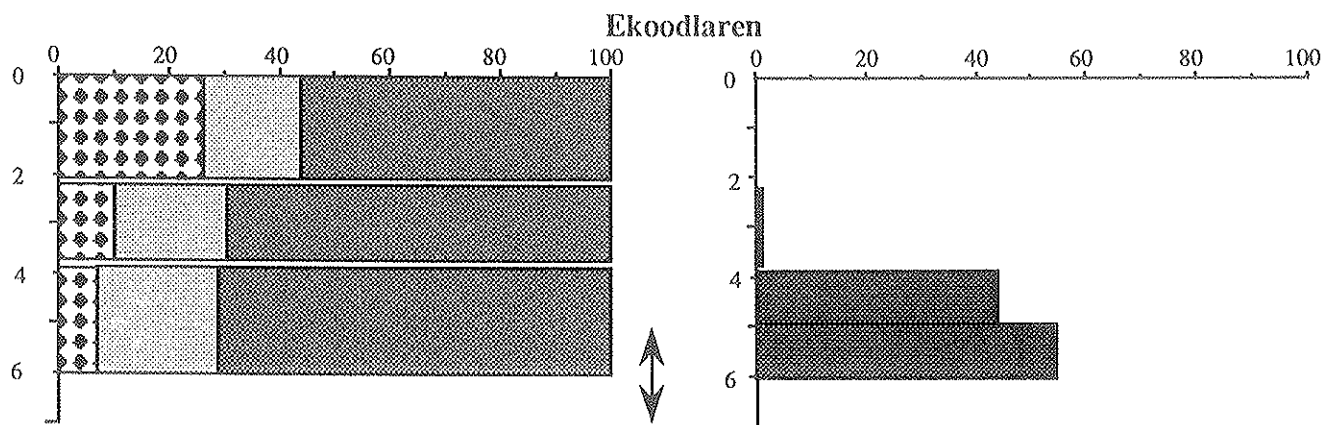
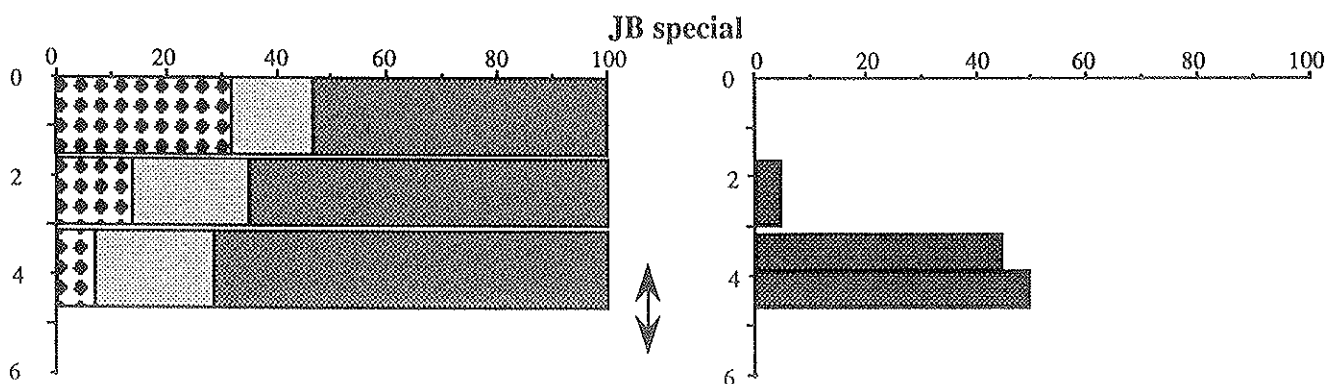
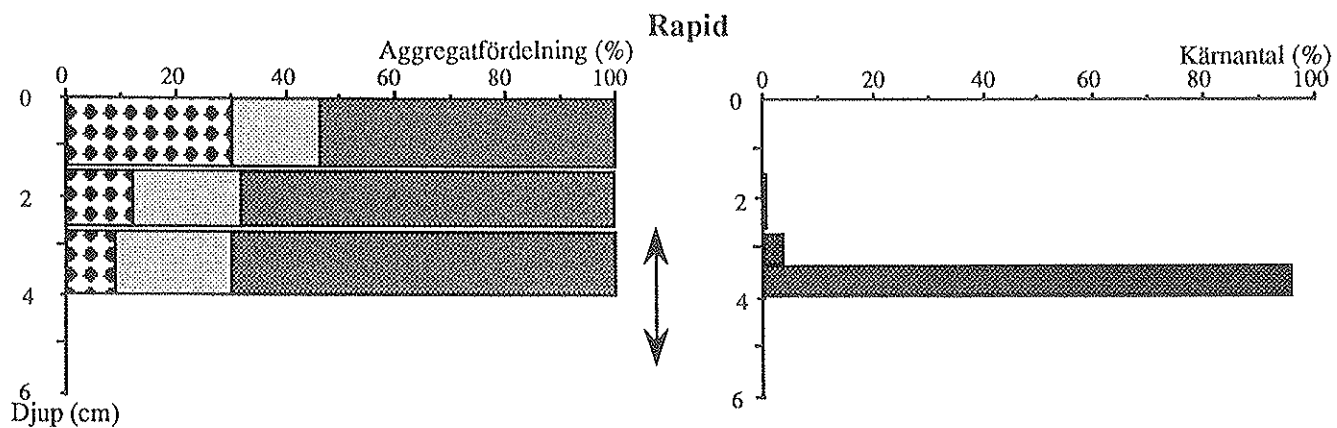




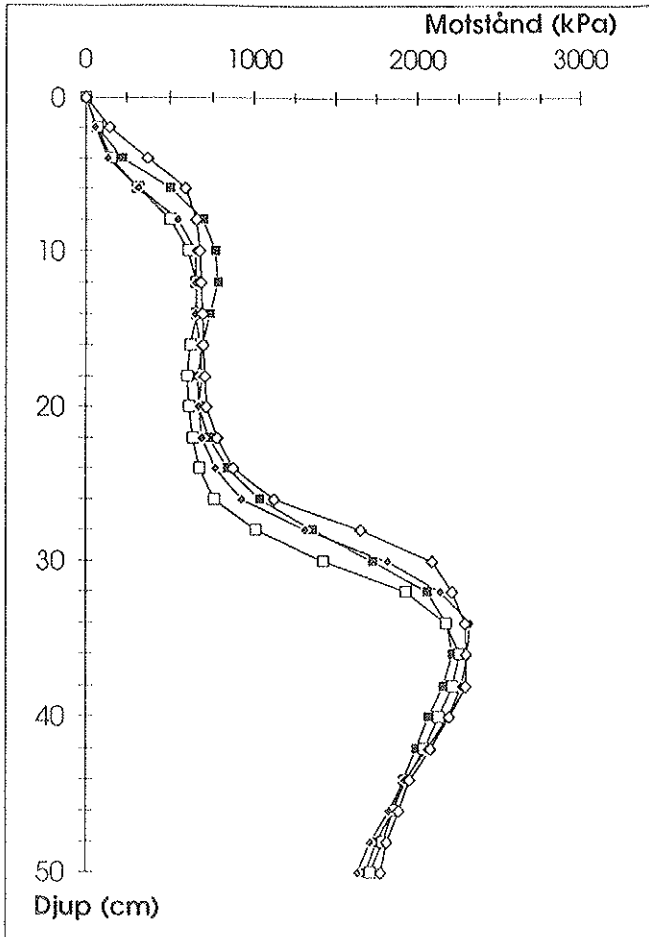




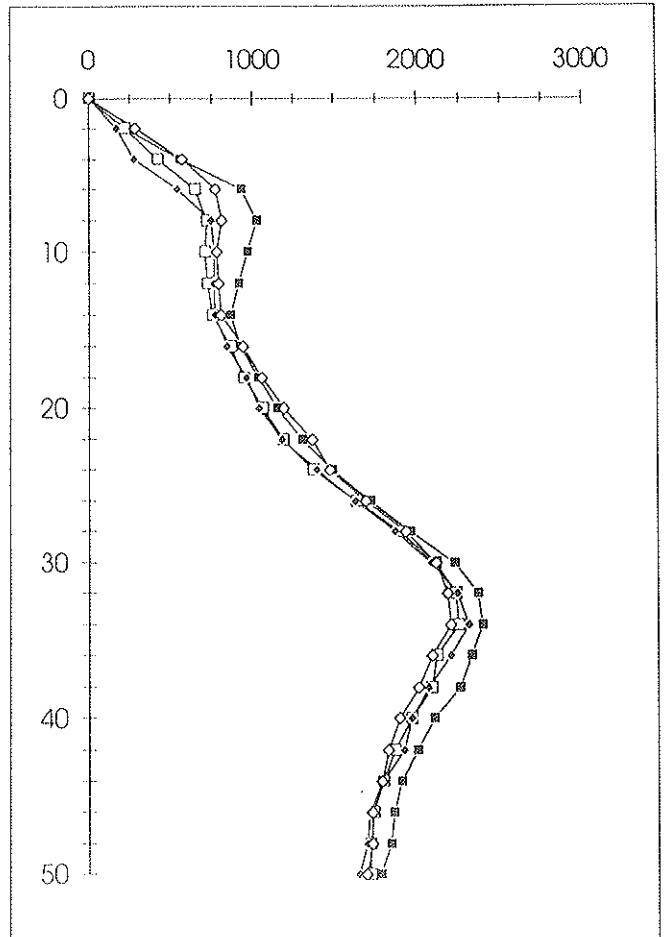




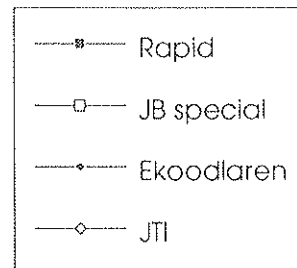
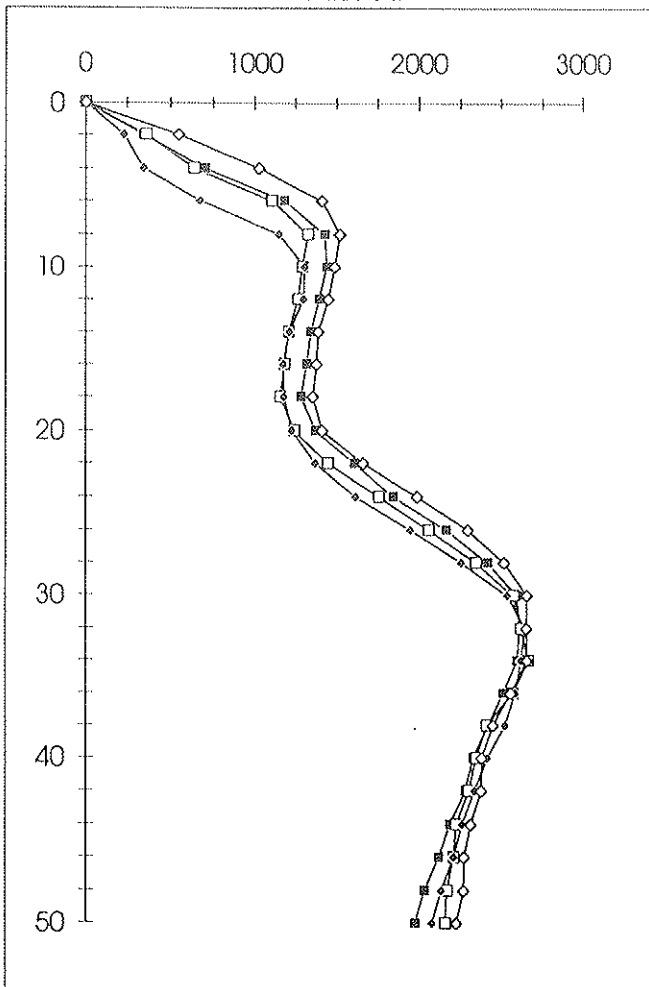
Plöjt ingen harvning



Kultiverat ingen harvning

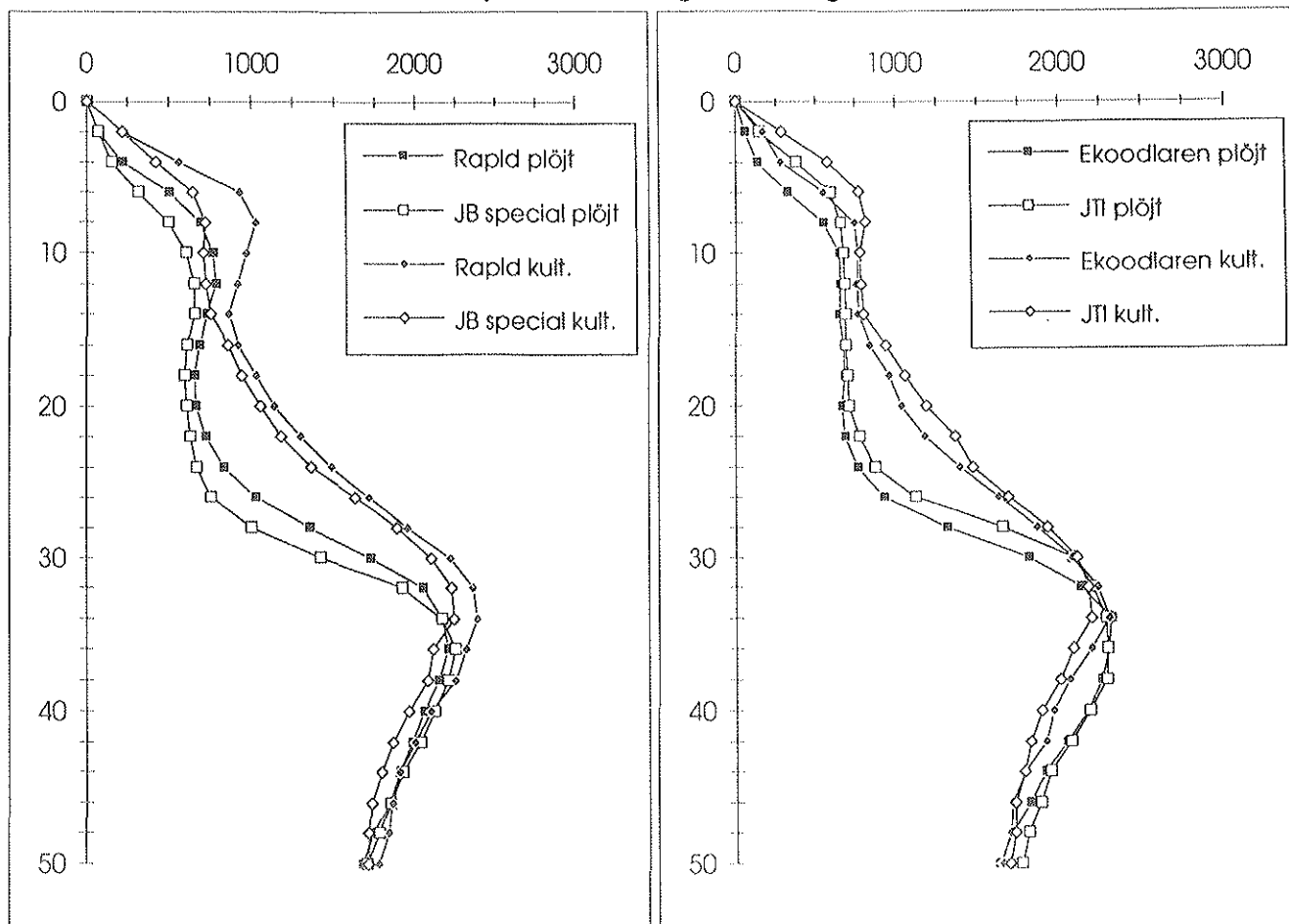


Direktsådd

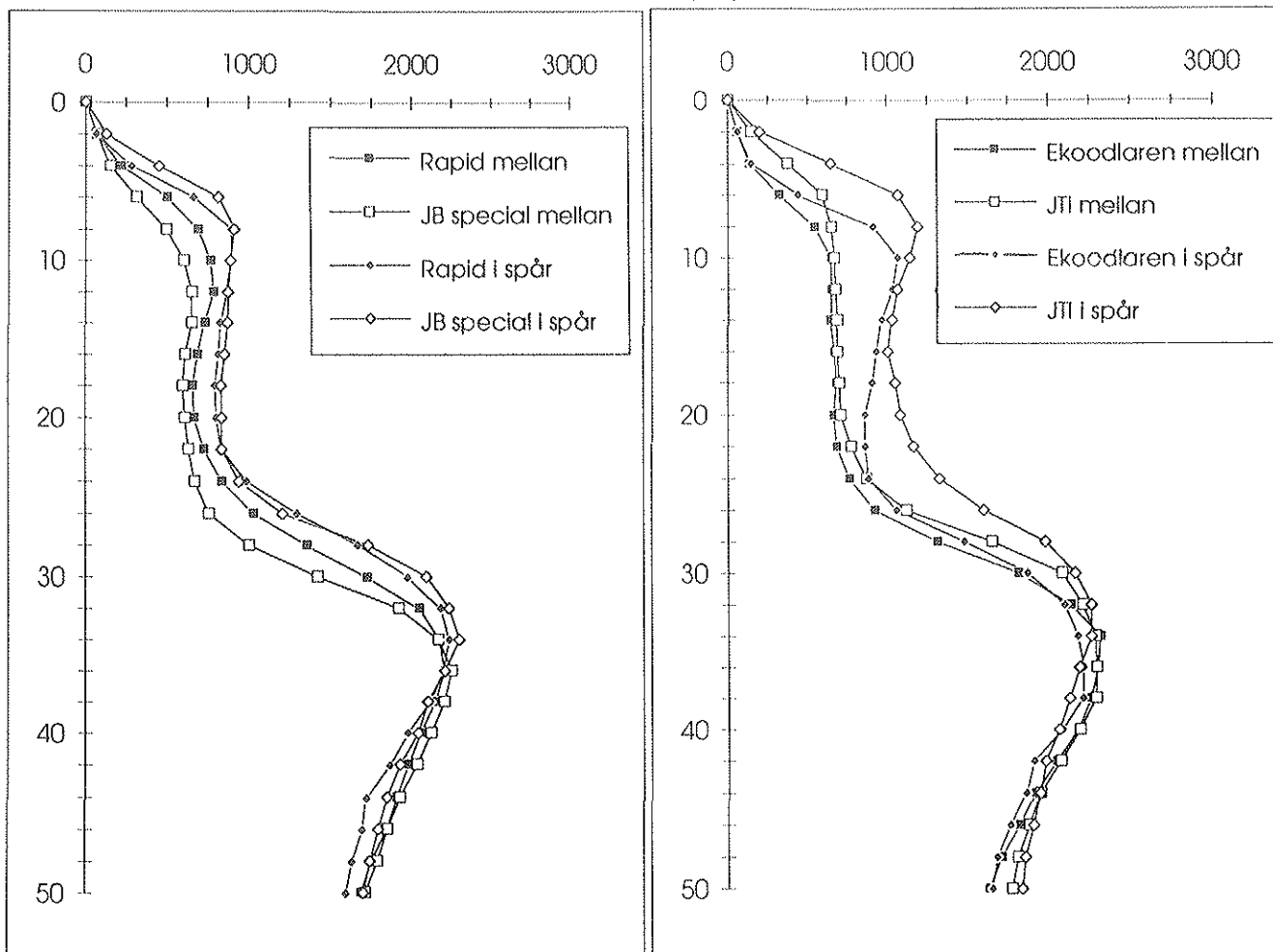




## Plöjt - kultiverat (ingen harvning)



## I och mellan hjulspår



## MEDDELANDEN FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Nr	År	
1	1992	Johan Arvidsson, Sixten Gunnarsson, Lena Hammarström Inge Håkansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Bo Thunholm: 1990 års jordbearbetningsförsök. 40 s.
2	1992	Mats Tobiasson: EKOODLAREN - En studie av ett kombinationsredskap för sådd och ogräshackning, utförd våren och sommaren 1991. Examensarbete. 19 s.
3	1993	Mats Tobiasson: Såbillar för reducerad bearbetning. Undersökningar av nya såbillar för odlingssystem med reducerad bearbetning, utförda 1991 och 1992. 23 s.
4	1993	Anna Borg: Flöden av kväve och fosfor i Forshällaåns avrinningsområde - beräkning av olika källors bidrag till växtnä ringsläckaget. Examensarbete. 45 s. <i>Flows of nitrogen and phosphorus in the Forshällaån watershed - estimations of the contributions from different sources to the leaching of plant nutrients. 45 pp.</i>
5	1993	Thomas Grath: <i>Effects of soil compaction on physical, chemical and biological soil properties and crop production.</i> 101 pp.
6	1993	Estela Pasuquin: <i>Tillage influences on soil conditions and crop response under dry weather in the Philippines and in Sweden.</i> 62 pp.
7	1994	Hans Pettersson: Radhackning i stråsäd med ny hackutrustning. Examensarbete. 28 s. <i>Rowhoeing in cereals with new hoeing equipment. 28 pp.</i>
8	1994	Jörgen Lidström och Lars Olsson: Nya såmaskiner för reducerad bearbetning. Examensarbete. 57 s. <i>New drills for reduced tillage. 57 pp.</i>