

# Minskat spill och ökad kapacitet vid skördetröskning av höstoljeväxter. Fältförsök under 2006 och 2007. Slutrapport till SSO 2008-10-30

*Gunnar Lundin, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik*

## Sammanfattning

Det är angeläget att öka den svenska produktionen av oljeväxter. En sådan utveckling hämmas av de problem som föreligger vid skördetröskningen. Risken för urslagning av frö samtidigt som oljeväxtplantorna är skrymmande och styva medför höga förluster samtidigt som körhastigheterna blir låga och driftsstörningarna frekventa. Problemen är mer uttalade i höstoljeväxter än i våroljeväxter.

En väsentlig del av spillet uppstår redan vid skärbordet. Huvudorsaken är att fröna slås ur av skördetröskans haspel, stråskiljare och inmatningsskruv utan att sedan följa med in i maskinen. Tidigare försök i höstoljeväxter har visat på skärbordspill om 5 procent och däröver.

Vid skördetröskning av oljeväxter är det gynnsamt med längre skärbord än vad som är gängse idag. Med ett stort avstånd mellan kniv och inmatningsskruv blir urslagna frön nämligen i större utsträckning kvar på skärbordet. Utvecklingen har under de senaste 20 åren också gått mot skördetröskor med allt längre skärbord. Det finns emellertid även nackdelar med långa skärbord varför dagens skärbordslängder ska ses som en kompromiss för att klara olika typer av grödor med ett och samma skärbord.

Under 2006 startades fältförsök vid JTI i syfte att förbättra arbetsresultatet vid skördetröskning av höstoljeväxter. Under det första försöksåret provades skördetröskan Claas Lexion 580 med ett teleskopiskt s.k. Varioskärbord i höstraps på gårdarna Husby och Vansta ett par mil norr om Uppsala. På den ena gården bladdödades grödan med Roundup Max två veckor före skörd.

Med normal bordslängd, 63 cm, uppgick skärbordsförlusterna till 130 kilo per hektar. För varje steg som skärbordet förlängdes, halverades spillet. Genom att förlänga skärbordet till 113 cm och samtidigt utrusta det med en vertikal sidokniv, sjönk skärbordsförlusterna med 100 kilo (75 procent) till endast 30 kilo per hektar. Sidokniven ökade kapaciteten samtidigt som förlusterna vid skärbordsgaveln halverades. Bladdödning av grödan medförde att tröskgodset blev torrare och att driftsavbrotten eliminerades.

Fältförsöken i höstraps fortsatte under hösten 2007 på gården Nyängsholm, Hova mellan Örebro och Mariestad. Återigen användes ett 25 fots Varioskärbord men nu monterat på en skördetröska av modell Claas Lexion 570.

Även denna säsong uppmättes förbättrade prestanda genom att förlänga skärbordet och använda sidokniv. Förlängning av skärbordet med 50 cm medförde minskade skärbordsförluster från 180 till 40 kilo per hektar d.v.s. med hela 80 procent. Samtidigt kunde körhastigheten ökas från 5 till 6-6,5 km/h utan att jämnheten i materialflödet över skärbordet äventyrades.

Sammantaget visade resultaten från de båda försöksåren att förlängning av skärbordet med 50 cm minskade spillet med i storleksordningen 100 kg per hektar. Samtidigt ökade kapaciteten.

Resultaten pekar på att alla skördetröskor som i någon omfattning används i höstoljeväxter bör vara utrustade med sidokniv. Vidare bör man vid trökbyte överväga möjligheten att välja ett längre skärbord i stället för de traditionella standardskärborden. På en befintlig tröska som skördar lite större arealer höstoljeväxter kan det vara motiverat att investera i en fast skärbordsförlängning.

## Summary

With the aim of meeting the growing demand for energy crops from agriculture there is great interest in methods for increasing the outcome from rapeseed cultivation. Such a development is however partly restrained due to problems encountered with combine harvesting, such as large header losses and frequent interruptions.

During 2006 field trials started in Sweden with the aim improving combine harvester performance for rapeseed harvest by using specially adapted headers as well as by desiccating the crop. Rape seed crops were harvested on two farms in southern Sweden. At one of the farms, the crop was desiccated with glyphosate two weeks before the harvest.

The harvests were carried out with the Claas Lexion 580 model combine harvester. It was equipped with a header where the distance between the cutterbar and the feeding auger was adjustable (Claas Vario model). Measurements of header losses and harvesting capacity were carried out with three different header lengths: 63, 83 and 113 cm. The losses were measured with collecting trays with dimensions 8x95 cm placed between the rows of the rape crop.

With the shortest header (63 cm) losses amounted to 130 kg per hectare. For each step the header was extended the losses were reduced by 50 %. Extending the header length by 50 cm and equipping it with a vertical knife on the right hand side instead of crop divider, losses decreased by 75 % to only 30 kg per hectare.

Work studies were carried out for each header concept. In these studies the speed of the combine harvester was between 4 and 6 km per hour. All observed stoppages were caused by accumulations of plant parts at the crop dividers, while this was never observed with vertical knife. In the desiccated crop no stoppages at all were observed.

Further field trials were carried out in 2007. As before a 7,6 m wide header was used but on this occasion mounted to a Claas Lexion 570 model combine harvester. Also during this season improved performance through extended header and vertical knife was confirmed. Extension of the header by 50 cm reduced losses from 180 to 40 kg per hectare i.e. by 80 %. Furthermore it was observed that harvester speed could be increased from 5 to 6-6,6 km/h without compromising the evenness of the material flow into the combine harvester.

The investigation showed that headers specially adapted for rapeseed harvest can decrease the losses with about 100 kg per hectare. Furthermore the capacity is increased. This suggests that all combine harvesters used for winter rape to some extent should be equipped with a vertical side knife in order to reduce losses and harvest interruptions. By larger acreages of winter rape investments also in longer headers should be considered.

## Bakgrund

För att möta det ökande behovet av inhemskt producerat rapsfrö är det angeläget att förbättra det odlingsekonomiska utfallet samt att minska olika typer av förluster. I båda dessa avseenden är skördetröskningen av stor betydelse.

På slätterna i Skåne strängläggs fortfarande en hel del raps för att minska risken för drösning orsakad av kraftig blåst. Nackdelar med strängläggning är, förutom kostnaden för det extra arbetsmomentet, även ett i regel något högre spill och en sämre matad gröda. Vidare tar det längre tid att komma igång med skördarbetet efter ett regn och det är svårare att utnyttja kapaciteten hos tröskor med breda skärbord. Tack vare nya, mindre drösningsbenägna sorter har övergången till direkttröskning underlättats. Med det nya sortmaterialet bildar oljeväxtgrödan i högre grad en tät matta, vilket medför att vinden inte kommer åt lika lätt. Denna rapstyp kan i gengäld bli svårare att forcera och förutsätter sidokniv på skördetröskan (Helleberg, 1997).

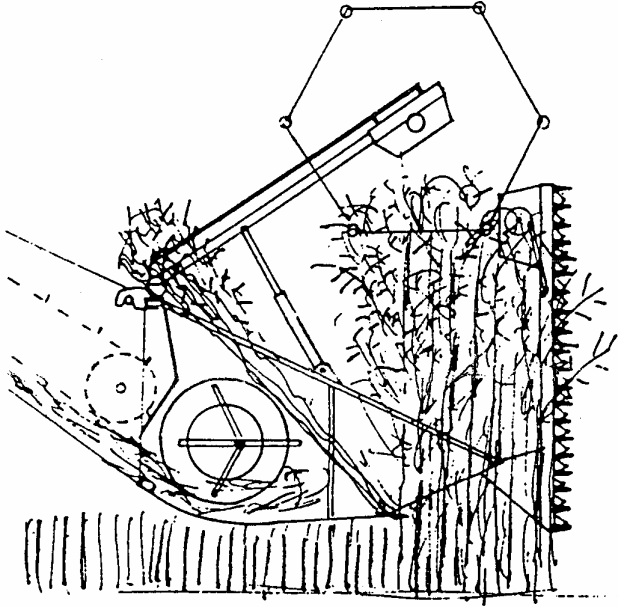
Även vid direkttröskning kan spillet vara betydande. I schweiziska försök återgivna av Heir (1998) uppgick drösning före skörd till 3 % av den biologiska skörden och spillet från skärbordet till 8 %.

Vid försök med direkttröskning av höstraps i England uppgick drösningen till 5 % och skärbordsförlusterna till 6 % (Neale m.fl., 1994). I vårraps var förlusterna väsentligt lägre.

Vid skånska försök utförda av Bertil Helleberg, Alnarp, erhöles i genomsnitt 5 % skärbordsförluster då höstoljeväxter bärgades med standardutrustade skördetröskor. Då våroljeväxter skördades nådde spillet däremot inte samma omfattning (Helleberg, 1980; Helleberg 1981).

Ovanstående förlustsiffror kan exempelvis jämföras med förhållandena vid skörd av spannmål. I en stående stråsådesgröda utan axbrott är i regel spillet vid skärbordet som mest någon enstaka procent (Lundin, 1991).

Förutom omfattande spill hämmas bärgningsarbetet även av låga kapaciteter. De, jämfört med spannmålsskörden, begränsade körhastigheterna och mer frekventa driftstörningarna härrör till stor del från att de långa, spänstiga stjälkarna är svåra att i ett jämnt flöde mata in i maskinen, figur 1.



Figur 1. Höga rapsplantor kan lägga sig så att inmatningsskruven får svårt att transportera in dem i tröskan (Flarup).

## Teknisk utveckling

Under de senaste tjugo åren har utvecklingen gått mot allt längre skärbord, det vill säga att längden mellan kniv och inmatningsskruv på skärborden har ökat. Claas-tröskorna har sedan länge haft avståndet 63 cm<sup>1</sup>, övriga fabrikat har efter hand närmat sig detta. Det finns flera fördelar med långa skärbord: en stråsådesgröda faller så att axet kommer först in i inmatningsskruven, rotryckningen minskar, mindre spill orsakat av att inmatningsskruven kastar kärnor framåt, samt att stenar lättare upptäcks innan de hamnar i inmatningsskruven. I kortstråiga grödor kan dock problem uppkomma i form av anhopningar av tröskgods mellan kniv och inmatningsskruv. Dagens skärbordslängder är sålunda en kompromiss för att klara olika typer av grödor med ett och samma skärbord.

Vid skördetröskning av oljeväxter är det gynnsamt med längre skärbord än vad som idag är gängse. Med stort avstånd mellan kniv och inmatningsskruv blir urslagna oljeväxtfrön i större utsträckning kvar på skärbordet. Haspeln kan därför köras hårdare. Detta är av särskild betydelse i höstoljeväxter som i regel är styva och skrymmande och därför kan behöva en förhållandevis aktiv inmatning i tröskan.

I marknaden finns ett antal tekniska lösningar för att realisera långa skärbord.

- Fasta skärbordsförlängningar, ”rapsbord”.
- Teleskopiska skärbord
- Duförsedda skärbord

<sup>1</sup> Skärbordets längd definieras som det horisontella avståndet mellan spetsen på knivbalkens fingrar och höljet på inmatningsskruven.

**Fasta skärbordsförlängningar ”rapsbord”.** De fasta skärbordsförlängningarna utgörs av plåtkonstruktioner som monteras direkt på skördetröskans ordinarie skärbord. Exempelvis tillhandahåller den finska tillverkaren Sampo Rosenlew sådan utrustning till sina skördetröskmodeller. Normalt tillverkas ”rapsborden” dock ej av tröskfabrikanterna själva utan i stället av särskilda företag som anpassar utformningen till olika fabrikat i marknaden. Exempel på tillverkare är BISO och Zürn från Österrike respektive Tyskland.

**Teleskopiska skärbord.** Claas Lexiontröskor, 18-30 fot, kan fås med en integrerad skärbordsförlängning, kallad Vario, som tillval. Tekniken innebär att avståndet mellan kniven och inmatningsskruven på skärbordet kan ställas in steglöst från hytten. Skärbordet kan på detta sätt skjutas 20 cm framför normalläget och 10 cm bakom normalläget. Vid körning i raps kan skärbordet skjutas fram 50 cm varvid fasta plåtar monteras. Även till de större skördetröskorna från New Holland finns teleskopiska skärbord, med beteckningen Varifeed, att tillgå.

**Dukförsedda skärbord.** I mitten på 1980-talet började Massey-Fergusons tröskor att utrustas med Powerflow-skärbord. På dessa svarar en gummimatta för transporten mellan kniv och inmatningsskruv. Den aktiva inmatningen innebär att behovet av att använda haspeln reduceras. Avståndet mellan kniv och inmatningsskruv är cirka 50 cm längre jämfört med ett konventionellt skärbord. Även till skördetröskorna från John Deere finns numera dukförsedda skärbord, Premium Flow, att tillgå.

Som exempel på tillverkaruppgifter avseende prestanda för förlängda skärbord kan nämnas att BISO anger att spillreduktionen med deras utrustning uppgår till 200 kg/ha vid skörd av raps (Blomgren, 2005). Beträffande Power Flow-bordet anges 73 % högre avverkning i raps jämfört med då konventionella skärbord begagnas (Massey-Ferguson, 1978). Bordets höga avverkningsförmåga har även bekräftats av praktiker (Biärsjö, 2000).

Uppmätta prestanda har även redovisats i ett antal officiella undersökningar. Vid försök utförda i Skåne jämfördes bl.a. Claas standardskärbord med ett cirka 45 cm längre rapsbord (fast skärbordsförlängning). I genomsnitt blev skärbordsförlusterna vid skörd av höstoljeväxter cirka 100 kg/ha lägre med rapsbordet. Jämfört med den ordinarie skärbordstorpeden medförde sidokniven kapacitetsökningar upp till 50 % utan att spillet vid skärbordets sida ökade (Helleberg, 1980; Helleberg, 1981).

Försök i Schweiz, refererade av Sogn och Heir (1984) visade spillreduktion av samma storleksordning, 100 kg/ha, för Massey-Fergusons Power Flow-bord då det jämfördes med konventionella skärbord vid skörd av oljeväxter.

Parallellt med den utveckling som skett för att på olika sätt framställa förlängda skärbord har det även tagits fram utrustning för att modifiera det konventionella skärbordet. Förutom olika typer av sidoknivar kan bl.a. nämnas en kompletterande inmatningsskruv som monteras i skärbordets bakkant ovanför den ordinarie inmatningsskruven. Utrustningen kan förväntas vara till nytta i synnerhet för hybridraps som ju kan vara mycket lång och spänstig och vilja "flyta över" skärbordet.

## Utveckling av grödor och tillväxtreglering

Utvecklingen av höstoljeväxterna har gått mot allt kraftigare och frodigare bestånd. Beståndshöjden är betydande, dagens hybrid sorter mäter ofta 180 cm på längden. Med en

stubbhöjd om exempelvis 40 cm är det sålunda 140 cm långa och dessutom styva stjälkar som skall transporteras över skärbordet och vidare in i tröskverket.

En alternativ väg för att underlätta skördetröskningen skulle kunna vara att förändra själva grödans egenskaper, exempelvis via tillväxtreglering. Provet har visat att stråförkortande medel kan minska plantornas längd med cirka 15-20 cm, d.v.s. att längden på de stjälkar som tas in i skördetröskan reduceras till knappt 90 % av den ursprungliga.

Exempel på ett tänkbart preparat för stråförkortning av oljeväxter är Juventus från BASF. Preparatet ifråga är egentligen avsett för svampbekämpning men det har även en tillväxtreglerande funktion. Stråförkortning av oljeväxter är inte tillåten i Sverige men tillverkaren har ansökt om registrering hos kemikalieinspektionen för användning även i oljeväxter. I fältförsök har emellertid BASF redan idag tillstånd för viss, begränsad utprovning (Gunnarson, pers medd., 2005).

Då föreliggande undersökning planlades avsågs att den skulle innehålla försöksled med stråförkortad raps. Problem i samband med den tänkta bekämpningsinsatsen bl.a. med att pricka in rätt tidpunkt i förhållande till utvecklingsstadium och väderlek gjorde att detta moment fick strykas. I stället genomfördes ett av försöken i höstraps som bladdödats genom glyfosatbehandling före skörd.

## Frågeställning

Det är angeläget att öka den svenska produktionen av oljeväxter. En sådan utveckling hämmas delvis av de problem som föreligger vid skördetröskningen. Risken för urslagning av frö samt att oljeväxtplantorna är skrymmande och styva medför höga skärbordsförluster samtidigt som körhastigheterna blir låga och driftsstörningarna frekventa. Problemen är mer uttalade i höstoljeväxter än i våroljeväxter.

I marknaden finns ett antal utrustningar för att underlätta skördetröskningen, i första hand olika typer av förlängda skärbord. Föreliggande uppgifter om spillreduceringar och kapacitetsökningar härrör i första hand från äldre undersökningar. För att ge relevanta underlag vid lönsamhetsbedömningar är det angeläget att modern utrustning utvärderas i kombination med det odlingsmaterial som idag är aktuellt.

## Mål

Projektet syftade till att undersöka möjligheterna att förbättra arbetsresultatet vid skördetröskning av höstoljeväxter, dels genom särskilt anpassade skärbord, dels genom bladdödning av grödan. Den nytta för svensk oljeväxtoodling som avsågs åstadkommas var:

- 1) Reducerat spill och högre kapacitet.
- 2) Förbättrad odlingsekonomi.
- 3) Ökad oljeväxtoodling totalt i kombination med ökad andel höstoljeväxter.

## Material och metoder 2006

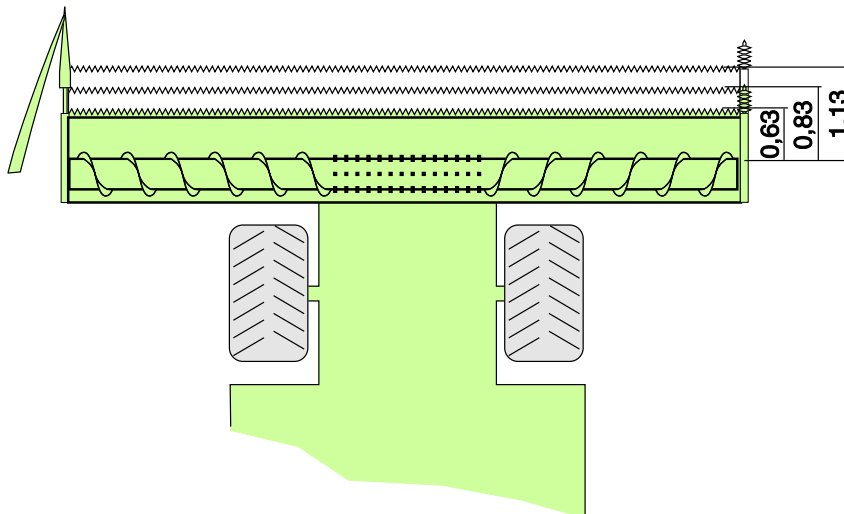
Fältförsök genomfördes den 8 och 9 augusti 2006 på två gårdar ett par mil norr om Uppsala, Husby och Vansta. På båda gårdarna skördades höstraps av hybrid-sort med normala radavstånd, 12,5 cm. Vid Vansta föregicks skörden av bladdödning med Roundup Max, 1,5 kg/ha den 24 juli. Försöksytorna med jämna bestånd valdes ut på respektive gård.

Skördetröskningen utfördes med en skördetröska av modell Claas Lexion 580 försett med ett s.k. Varioskärbord med skärvidden 25 fot (7,60 m). Skärbordets övre del var i bakkant försett med ett ”stänkskydd”. Framförandet skedde genomgående av den aktuella skördetröskans ägare. I försöket genomfördes prestandamätningar med tre olika skärbordslängder, tabell 1 och figur 2.

Tabell 1. Försöksled.

Försöksled, beteckning	Skärbordets längd <sup>1)</sup> cm	Utrustning vid skärbordets gavlar		Anm.
		Vänster	Höger	
A	Normalt, 63 cm	Stråskiljare	Stråskiljare	Jämförelseled
B	Normalt + 20 cm	Stråskiljare	Stråskiljare	
C	Normalt + 50 cm	Stråskiljare	Sidokniv	

1) Det horisontella avståndet mellan spetsen på knivbalkens fingrar och höljet på inmatningsskruven



Figur 2. Skärbordslängder.

Som framgår av tabell 1 framfördes skördetröskan i regel med stråskiljare monterade vid respektive skärbordsgavel. I försöksledet med maximal skärbordslängd användes på höger sida i stället en vertikal sidokniv. Sidokniven, vilken var hydrauliskt driven och medföljde det aktuella skärbordet, var däremot ej möjlig att kombinera med de båda kortare skärbordsinställningarna.

På varje försöksfält karakteriserades förhållandena genom bestämning av mognadsstadium, beståndets höjd, eventuell liggande gröda, förekomst av ogräs samt markförhållanden. Väderparametrar inhämtades från närliggande meteorologiska stationer. Vidare registrerades faktorer som var av betydelse för skördetröskans prestanda, såsom bordets höjd över marken, haspelns läge, körriktning i förhållande till liggande gröda etc.

Grödans avkastning på aktuella fält delar uppskattades utifrån leveransbesked samt försöksvärdarnas egna bedömningar.

Från skördad frövara och från halmen uttogs prov för vattenhaltsbestämning. Vattenhalten mättes genom torkning i torkskåp. Frövaran analyserades dessutom vid AnalyCen avseende renhet, oljehalt och klorofyllinnehåll.

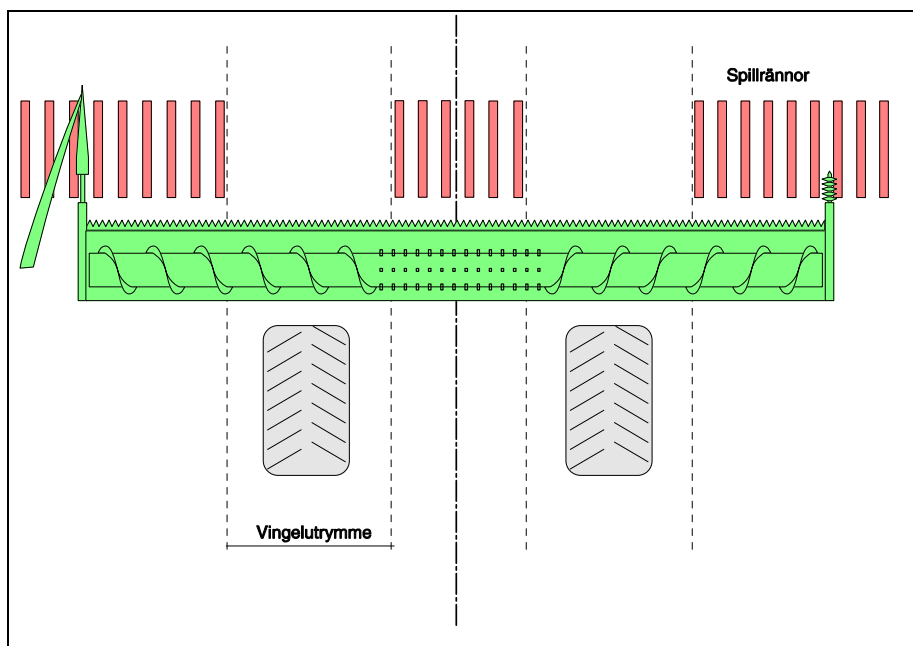
Mätningarna av prestanda i fält omfattade

- Skärbordsförluster
- Kapacitet

### Skärbordsförluster

Vid mätningarna av fröspillet från skärbordet skedde skördetröskningen som ett antal 25 meter långa parallella kördrag, vid alla tillfällen med oskuren gröda på skärbordets båda sidor. Varje skärbordskoncept provades med tre upprepningar.

I varje kördrag sköts 24 spillrännor in mellan varannan sårad innan skördetröskningen påbörjades. Rännorna som var av aluminium med måtten 8\*95 cm placerades någon meter in i grödan från den vändteg som skördetröskan kördes emot. De fördelades över hela arbetsbredden med undantag för hjulspåren och med ett vingelutrymme om 40 cm åt båda sidor. Såväl vid skärbordets vänstra och högra delar d.v.s. utanför hjulspåren placerades nio spillrännor varav tre utanför respektive skärbordsgavel. Vid skärbordets centrum d.v.s. mellan hjulspåren placerades sex spillrännor, figur 3.



Figur 3. Spillrännor placerades över hela arbetsbredden med undantag för hjulspåren.

Vid spillmätningarna framfördes skördetröskan med normal framdrivningshastighet. Efter det att inmatningen av grödan i kördraget fullbordats stannades skördetröskan innan dess bakre delar hade nått fram till spillrännorna. Detta för att förhindra att material från halmskakare och rensverk skulle hamna i spillrännorna. När skördetröskans verk helt avstannat kördes maskinen ur kördraget. Innehållet i respektive spillränna överfördes till plastpåsar för senare mängdbestämning.

I laboratorium fördelades respektive plastpåses innehåll över en sikt med 2,5 mm maskvidd belägen över aluminiumplåt. Med handskakning av sikten och ibland med ”handtröskning” separerades merparten av det avrens som fanns på sikten .

På aluminiumplåten skiljdes frön ifrån genom lätt skakning, lutning och ibland blåsning samt bortplockning av övriga föroreningar med pincett. De framrensade rapsfröna hällades över i en aluminiumform och vägdes på våg med upplösningen tusendels gram. För att erhålla spillet i kg per hektar multiplicerades den erhållna vikten (gram) med 131,6.

Det uppmätta spillet indelades i tre grupper mot bakgrund av att spillet kunde antas variera över skärbordets arbetsområde. Indelningen gjordes utifrån vilka av skärbordets komponenter som grödan kom i kontakt med vid dess inmatning i skördetröskan enligt nedanstående.

- Enbart kniv
- Skärbordets mitt
- Stråskiljare/sidokniv

**Enbart kniv.** Beteckningen ”enbart kniv” antyder att källan för detta spill enbart utgörs av den skakning av grödan som åstadkommes av skördetröskans skärapparat. Emellertid orsakar även andra maskindelar förluster såsom haspelns kontakt med fröskidorna och inmatnings-skraven som drar isär den hoptrasslade grödan.

**Skärbordets mitt.** Den sammanpressning som sker vid skärbordets mitt när tröskgods från dess båda sidor möts orsakar viss urslagning av frön av vilka en del förloras framför skärapparat. Förutom av denna källa utgörs förlusterna vid skärbordets mitt även av det spill som anges under ”enbart kniv”. Utbredningen i sidled av ”spillet vid skärbordets mitt” har i detta arbete antagits sammanfalla med inmatningselevatorns bredd d.v.s. 1,7 meter.

**Stråskiljare/sidokniv.** Genom att rapsgrödan i regel är kraftigt förgrenad och hoptrasslad försvåras den nödvändiga delningen av densamma vid skärbordets gavlar. I samband därvid uppkommer förluster. Den traditionella stråskiljaren kan orsaka förluster då den river i grödan. Vidare uppkommer förhöjt spill om tröskgods hänger sig vid stråskiljaren. Även alternativet med sidokniv orsakar spill genom dess nödvändigt intensiva avskärning. En del frö skakas ur. Vidare blir en del fröskidor eller delar därav avskurna och faller till marken. Utbredningen i sidled torde bero på vilken utrustning som begagnas liksom maskininställningar. Exempel på det senare är läget för stråskiljarens yttre avvisare. Beträffande sidokniv visade Price m.fl. (1996) att spillet kan anses bli jämnt fördelat över ett 30 cm brett band under sidokniven. I detta arbete har utbredningen i sidled bedömts utifrån försöksresultaten d.v.s. var på skärbordet spillet började stiga i förhållande till de förluster som anges under ”enbart kniv”.

## Kapacitet

För varje skärbordskoncept utfördes tidsstudier vid skördetröskning av vardera cirka en hektar på försöksfältet. Kapaciteten bestämdes genom att mäta tidsförbrukningen per avverkad sträcka. Vidare registrerades eventuella driftstörningar såsom anhopningar av tröskgods på stråskiljare, stoppar i inmatningsskruv och inmatningselevator etc.

Vid tidsstudierna användes dels traditionella hjälpmedel såsom klocka och handskrivna protokoll, dels GPS-utrustning.

## Material och metoder 2007

Fältförsök genomfördes den 1 augusti 2007 vid gården på gården Nyängsholm, Hova mellan Örebro och Mariestad. På gården skördades höstraps av hybridens Status med normalt radavstånd, 12,5 cm. Grödan var ej bladdödad. Försöksytor med jämna bestånd valdes ut.

Skördetröskningen utfördes med en skördetröska av modell Claas Lexion 570 försett med ett Varioskärbord med skärvidden 25 fot (7,60 m). Skärbordets övre del var i bakkant försett med ett ”stänkskydd”. Framförandet skedde genomgående av den aktuella skördetröskans ägare. I försöket genomfördes prestandamätningar med tre olika skärbordslängder, tabell 2. Som framgår av tabellen framfördes skördetröskan med stråskiljare konsekvent monterad vid vänster skärbordsgavel respektive sidokniv vid höger skärbordsgavel.

Tabell 2. Försöksled.

Försöksled, beteckning	Skärbordets längd <sup>1)</sup> cm	Utrustning vid skärbordets gavlar		Anm.
		Vänster	Höger	
A	Normalt, 63 cm	Stråskiljare	Sidokniv	Jämförelseled
B	Normalt + 20 cm	Stråskiljare	Sidokniv	
C	Normalt + 50 cm	Stråskiljare	Sidokniv	

Det horisontella avståndet mellan spetsen på knivbalkens fingrar och höljet på inmatningsskruven

Mätningarna i fält genomfördes i stort på samma sätt som under föregående försökssäsong. Beträffande spillrännornas placering gjordes dock smärre justeringar beroende på att den skördetröska som användes under 2007 hade något smalare inmatningselevator än skördetröskan året innan (1,42 istället för 1,7 meter). Antalet spillrännor som placerades i mitten av kördraget reducerades därför från sex till fem. Samtidigt ökades antalet spillrännor vid skärbordets vänstra respektive högra delar från nio till tio.

## Resultat 2006

### Grödor

Vid Husby var ogräsförekomsten var ringa. En inte oväsentlig andel av fröskidorna var tömda innan skördetröskningen påbörjades. Avkastningen uppgick till 3,7 ton/ha.

Vid Vansta var ogräsförekomsten något mer omfattande, bl.a. noterades inslag av åkerfräken. Jämfört med rapsen på Husbyfältet hade den Roundupbehandlade grödan inte lika gröna stjälkar. Avkastningen var av samma storleksordning som på Husby.

Resultat från bestämningarna av respektive grödas egenskaper sammanfattas i tabell 3.

Tabell 3. Uppmätta egenskaper hos försöksgrödorna.

Parameter	Gård	
	Husby	Vansta
Bladdödning, preparat	-	Roundup
Skördedatum	8 aug.	9 aug.
Olja i ts, %	43,7	47,2
Olja vid 9 % vh, %	39,8	43,0
Klorofyll, ppm	16	7
Vattenhalt frö, %	8,0	5,4
Vattenhalt halm, %	30	10
Avfall, %	3,8	1,3

### Skördetröskans inställningar

Skördetröskan framfördes vid spillmätningarna på Husby med en genomsnittlig stubbhöjd omkring 25 cm. Vid Vansta blev stubben ett par cm lägre.

Haspeln var vid spillmätningarna genomgående inställd för att arbeta skonsamt. Den var placerad så högt och så långt tillbakadragen som möjligt. Vidare var dess periferihastighet något lägre än skördetröskans framdrivningshastighet.

Inmatningsskruven var inställd enligt standard. Dess varvtal uppgick till 204 rpm. Avståndet mellan spiral och skärbordsbotten var 15-20 mm.

Det horisontella avståndet mellan skärbordsgaveln och stråskiljarens yttre avvisares yttersta del uppgick till 60 cm. Det vertikala avståndet till kniven var 90 cm.

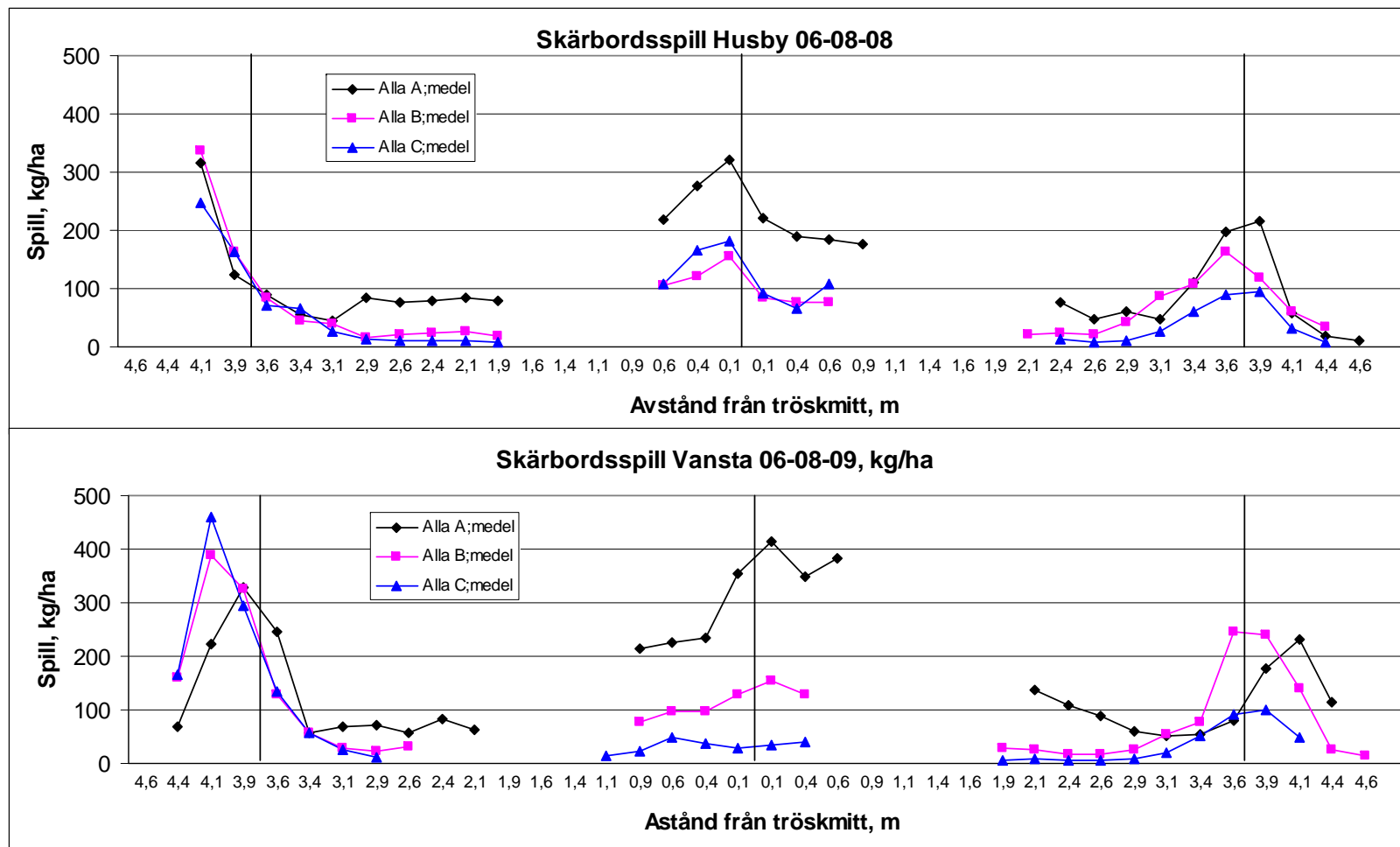
### Skärbordsförluster

Hur spillet från skärbordet fördelade sig över arbetsbredden illustreras i figur 4.

Som framgår av figuren förelåg viss variation i skördetröskans placering i sidled i förhållande till spillrännorna. Detta genom att, som nämnts tidigare, ett visst vinglutrymme medgetts. Exempelvis innebar detta att de sex spillrännorna vid skördetröskans mitt inte alltid hamnade symmetriskt kring skördetröskans centrumlinje.

Av figur 4 antyds vidare att antalet spillrännor utanför skärbordsgavlarna varit otillräckligt. De uppmätta förlusterna i de yttersta rännorna har ju ofta varit betydande d.v.s. spill har troligen uppkommit även utanför rännornas "upptagningsområde". I vilken omfattning detta var fallet vid respektive sida av skärbordet var dessutom beroende av åt vilket håll (höger/vänster) vinglutrymmet utnyttjats i det enskilda kördraget. För att trots detta söka uppnå jämförbarhet mellan försöksleden har vid de beräkningar som redogörs för i det följande det spill som ibland uppmätts i spillrännor mer än 4,3 meter utanför skördetröskans centrumlinje, d.v.s. 0,5 meter utanför respektive skärbordsgavel, ej medtagits. Spillet vid stråskiljare/sidokniv kom sålunda att något underskattas.

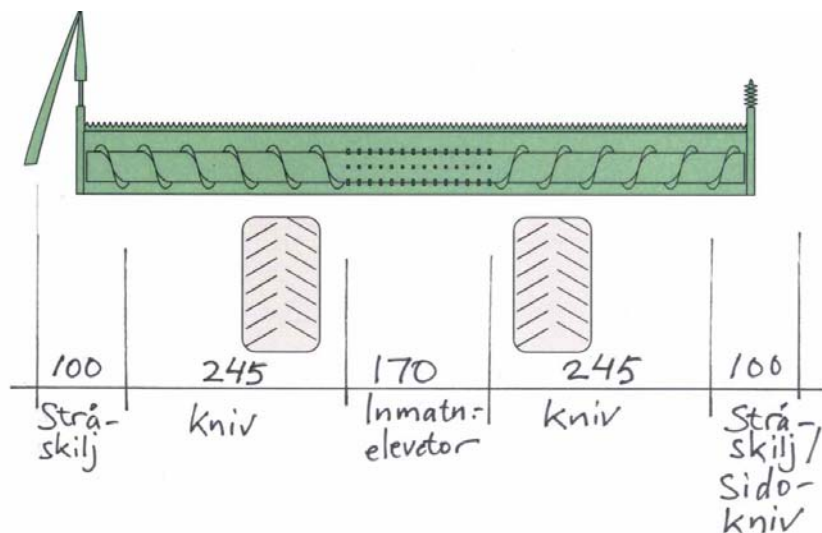
I tabell 4 anges mot bakgrund av ovanstående placeringen av de spillrännor som bedömdes härröra till respektive del av skärbordet. Tabellvärdena illustreras i figur 5.



Figur 4. Skärbordsförlusternas fördelning över arbetsbredden. Varje kurva motsvarar genomsnitt av tre kördrag. De vertikala linjerna markerar dels skördetröskans centrumlinje, dels respektive skärbordsgavel. Genom att en viss vingelmån förelåg vid spillmätningarna var ej alltid spillrännorna symmetriskt fördelade kring skördetröskans centrumlinje. Av samma anledning varierade antalet spillrännor på respektive sida av skärbordsgavlarna mellan de olika kördragen.

Tabell 4. Placering av spillrännor i förhållande till respektive skärbordssegment.

Skärbordssegment	Motsvarande spillrännor, placering
Vänster stråskiljare	Inom området 3,3-4,3 meter till vänster om skördetröskans centrumlinje d.v.s. 0,5 meter på vardera sidan om skärbordsgaveln.
Enbart kniv	Utanför skördetröskans hjul till 3,3 meter från skördetröskans centrumlinje.
Skärbordets mitt	Mellan skördetröskans hjul (mitt för inmatningselevatoren).
Höger stråskiljare/sidokniv	Inom området 3,3-4,3 meter till höger om skördetröskans centrumlinje d.v.s. 0,5 meter på vardera sidan om skärbordsgaveln.



Figur 5. Skärbordssegment.

I tabell 5 har spillet vid de olika skärbordssegmenten beräknats. Detta har åstadkommit genom att bestämma medelvärdet för motsvarande spillrännor enligt fördelningen i tabell 4. Vad gäller "Vänster stråskiljare" respektive "Höger stråskiljare/sidokniv" har därvid förlusterna utanför skärbordsgavlarna belastat områdena mellan "enbart kniv" och resp. skärbordsgavel. Beräkningarna redovisas separat för respektive försök i tabell 5 och sammanfattas i tabell 6.

Tabell 5. Uppmätt spill (oskuren gröda på båda sidor om skärbordet). Beräkningarna av medelvärden, de båda högra kolumnerna, har skett utifrån de olika skärbordssegmentens respektive utbredning i sidled (värdena inom parentes).

Gård	Skärbordskoncept	Spill vid respektive skärbordssegment, kg/ha				Spill, medel	
		Vänster stråskiljare (0,5+0,5 m)	Kniv (4,9 m)	Mitten (1,7 m)	Hö stråsk/sidokniv (0,5+0,5 m)	kg/ha (7,6 m)	% av skörd
Husby	A	292	70	227	290	134	3,6
	B	315	30	103	225	78	2,1
	C	274	13	120	136	62	1,7
Vansta	A	428	82	311	271	168	4,6
	B	448	24	114	352	94	2,5
	C	472	7	32	146	52	1,4

Tabell 6. Som tabell 5 men genomsnitt av de båda försöken.

Skärbordskoncept	Spill vid respektive skärbordssegment, kg/ha				Spill, medel	
	Vänster stråskiljare (0,5+0,5 m)	Kniv (4,9 m)	Mitten (1,7 m)	Hö stråsk/sidokniv (0,5+0,5 m)	kg/ha (7,6 m)	% av skörd
A	360	76	269	281	151	4,1
B	382	27	109	289	86	2,3
C	373	10	76	141	57	1,5

Som angetts tidigare genomfördes spillmätningarna med oskördad gröda på båda sidor om skärbordet. Vid praktiskt tröskningsarbete gäller emellertid detta endast i undantagsfall. De beräkningar som redovisats i tabell 6 har därför modifierats utifrån antagandet att skördetröskan vid praktisk drift framförs med höger skärbordsgavel inne i beståndet medan den vänstra skärbordsgaveln vetter mot det redan skördade. Segmentet ”vänster stråskiljare/sidokniv” har härvid utgått medan ”enbart kniv” sträckt sig ända ut till vänster skärbordsgavel. Beräkningarna redovisas separat för respektive försök i tabell 7 och sammanfattas i tabell 8.

Tabell 7. Beräknat spill vid praktiskt tröskningsarbete (oskuren gröda enbart på höger sida om skärbordet). Beräkningarna av medelvärden, de båda högra kolumnerna, har skett utifrån de olika skärbordssegmentens respektive utbredning i sidled (värdena inom parentes).

Gård	Skärbords-koncept	Spill vid respektive segment, kg/ha			Spill, medel	
		Kniv (5,4 m)	Mitten (1,7 m)	Hö stråsk/sidokniv (0,5+0,5 m)	kg/ha (7,6 m)	% av skörd
Husby	A	70	227	290	120	3,2
	B	30	103	225	59	1,6
	C	13	120	136	45	1,2
Vansta	A	82	311	271	146	3,9
	B	24	114	352	66	1,8
	C	7	32	146	22	0,6

Tabell 8. Som tabell 7 men genomsnitt av de båda försöken.

Skärbords-koncept	Spill vid respektive segment, kg/ha			Spill, medel	
	Kniv (5,4 m)	Mitten (1,7 m)	Hö stråsk/sidokniv (0,5+0,5 m)	kg/ha (7,6 m)	% av skörd
A	76	269	281	133	3,6
B	27	109	289	62	1,7
C	10	76	141	33	0,9

## Kapacitet

Vid tidsstudierna framfördes skördetröskan i hastigheter mellan 4 och 6 km/h. Stoppar inträffade enbart vid skörden på Husby d.v.s. i den gröda som ej bladdödats. De orsakades genomgående av anhopningar av tröskgods vid stråskiljaren medan sidokniven aldrig visade motsvarande tendenser.

## Resultat 2007

Grödans höjd uppgick till 140 cm och ogräsförekomsten var ringa. Avkastningen uppgick till cirka 3,5 ton/ha.

Resultat från bestämningarna av respektive grödas egenskaper sammanfattas i tabell 9.

Tabell 9. Uppmätta egenskaper hos försöksgrödan.

Parameter	Resultat
Olja i ts, %	48,9
Olja vid 9 % vh, %	44,5
Olja i lev. Vara Telle Quelle	44,5
Klorofyll ber ur NMR, ppm	11
Vattenhalt frö, %	9,0
Avfall, %	0,6

### Skördetröskans inställningar

Skördetröskan framfördes med en genomsnittlig stubbhöjd omkring 30 cm. Haspeln var vid spillmätningarna inställd för att arbeta skonsamt. Vid det längsta skärbordskonceptet var den placerad så högt och så långt tillbakadragen som möjligt. Vid de kortare skärbordskoncepten sköts haspeln längre fram och längre ned. Haspelns periferihastighet motsvarade ungefär skördetröskans framdrivningshastighet.

Inmatningsskruven var inställd enligt standard. Avståndet mellan spiral och skärbordsbotten var 15-20 mm.

Stråskiljaren användes utan att någon yttre avvisare var monterad.

### Skärbordsförluster

Hur spillet från skärbordet fördelade sig över arbetsbredden illustreras i figur 6.

Som framgår av figuren förelåg viss variation i skördetröskans placering i sidled i förhållande till spillrännorna. Detta genom att, som nämnts tidigare, ett visst vingelutrymme medgetts. Exempelvis innebar detta att de fem spillrännorna vid skördetröskans mitt inte alltid hamnade symmetriskt kring skördetröskans centrumlinje.

För att söka uppnå jämförbarhet mellan försöksleden har vid de beräkningar som redogörs för i det följande det spill som ibland uppmätts i spillrännor mer än 4,35 meter utanför skördetröskans centrumlinje, d.v.s. c:a 0,5 meter utanför respektive skärbordsgavel, ej medtagits. Spillet vid stråskiljare/sidokniv kom sålunda att något underskattas.

I tabell 10 anges mot bakgrund av ovanstående placeringen av de spillrännor som bedömdes härröra till respektive del av skärbordet.

Tabell 10. Placering av spillrännor i förhållande till respektive skärbordssegment.

Skärbordssegment	Motsvarande spillrännor, placering
Vänster stråskiljare	Inom området 3,35-4,35 meter till vänster om skördetröskans centrumlinje d.v.s. c:a 0,5 meter på vardera sidan om skärbordsgaveln.
Enbart kniv	Utanför skördetröskans hjul till 3,35 meter från skördetröskans centrumlinje.
Skärbordets mitt	Mellan skördetröskans hjul (mitt för inmatningselevatoren).
Höger sidokniv	Inom området 3,35-4,35 meter till höger om skördetröskans centrumlinje d.v.s. c:a 0,5 meter på vardera sidan om skärbordsgaveln.

I tabell 11 har spillet vid de olika skärbordssegmenten beräknats. Detta har åstadkommit genom att bestämma medelvärdet för motsvarande spillrännor enligt fördelningen i tabell 10. Vad gäller ”Vänster stråskiljare” respektive ”Höger sidokniv” har därvid förlusterna utanför skärbordsgavlarna belastat områdena mellan ”enbart kniv” och resp. skärbordsgavel.

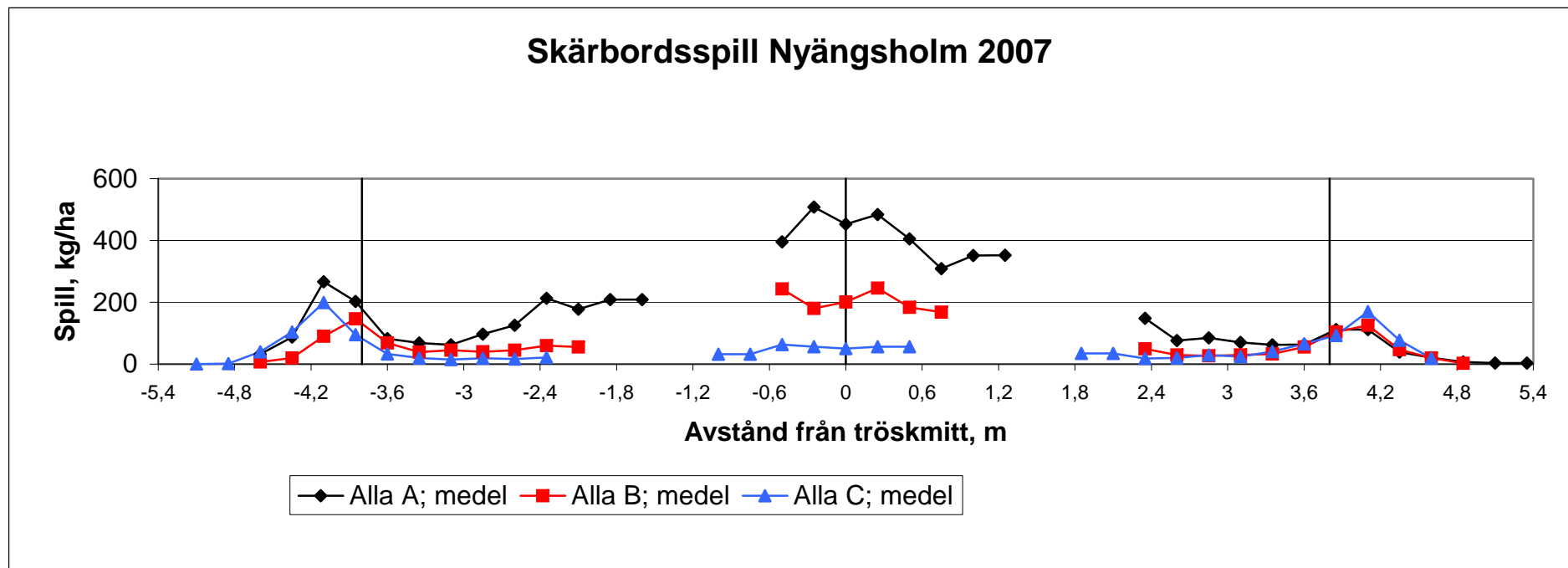
Tabell 11. Uppmätt spill (oskuren gröda på båda sidor om skärbordet). Beräkningarna av medelvärden, de båda högra kolumnerna, har skett utifrån de olika skärbordssegmentens respektive utbredning i sidled (värdena inom parentes).

Skärbords-koncept	Spill vid respektive skärbordssegment, kg/ha				Spill, medel	
	Vänster stråskiljare (0,5+0,5 m)	Kniv (5,18 m)	Mitten (1,42 m)	Hö sidokniv (0,5+0,5 m)	kg/ha (7,6 m)	% av skörd
A	272	123	420	156	190	5,4
B	146	41	206	146	86	2,4
C	180	22	53	180	49	1,4

Som angetts tidigare genomfördes spillmätningarna med oskördad gröda på båda sidor om skärbordet. Vid praktiskt tröskningsarbete gäller emellertid detta endast i undantagsfall. De beräkningar som redovisats i tabell 11 har därför modifierats utifrån antagandet att skördetröskan vid praktisk drift framförs med höger skärbordsgavel inne i beståndet medan den vänstra skärbordsgaveln vetter mot det redan skördade. Segmentet ”vänster stråskiljare” har härvid utgått medan ”enbart kniv” sträckt sig ända ut till vänster skärbordsgavel. Beräkningarna redovisas i tabell 12.

Tabell 12. Beräknat spill vid praktiskt tröskningsarbete (oskuren gröda enbart på höger sida om skärbordet). Beräkningarna av medelvärden, de båda högra kolumnerna, har skett utifrån de olika skärbordssegmentens respektive utbredning i sidled (värdena inom parentes).

Skärbordskoncept	Spill vid respektive segment, kg/ha			Spill, medel	
	Kniv (5,68 m)	Mitten (1,42 m)	Hö sidokniv (0,5+0,5 m)	kg/ha (7,6 m)	% av skörd
A	123	420	156	181	5,2
B	41	206	146	79	2,2
C	22	53	180	38	1,1



Figur 6. Skärbordsförlusternas fördelning över arbetsbredden med undantag för hjulspåren. Varje kurva motsvarar genomsnitt av tre kördrag. De vertikala linjerna markerar dels skördetröskans centrumlinje, dels respektive skärbordsgavel. Genom att en viss vingelmån förelåg vid spillmätningarna var ej alltid spillrännorna symmetriskt fördelade kring skördetröskans centrumlinje. Av samma anledning varierade antalet spillrännor på respektive sida av skärbordsgavlarna mellan de olika kördragen.

## Kapacitet

Förlängning av skärbordet med 50 cm medförde att körhastigheten kunde ökas från 5 till 6-6,5 km/h utan att jämnheten i materialflödet äventyrades.

## Sammanfattande resultat under 2006 & 2007

I tabell 13 har resultatet från båda försöksårens spillmätningar sammanfattats.

Tabell 13. Spill för olika skärbordslängder vid praktiskt tröskningsarbete (oskuren gröda enbart på höger sida om skärbordet). Genomsnitt för fältförsök i höstraps under 2006 och 2007 med avkastning cirka 3 600 kg per hektar. Skördetröskor Claas Lexion 580/ 570, skärvidd 7,6 meter.

Skärbordslängd, cm <sup>1)</sup>	Skärbordsspill				
	Från respektive skärbordssegment, kg/ha			Summa	
	Enbart kniv	Skärbordets mitt	Höger skärbordsgavel	Kg/ha	% av skörd
63 (normal)	73	69	14	156	4,4
83	25	31	14	70	2,0
113	12	13	11	36	1,0

1) Horisontella avståndet mellan knivfingrets spets och inmatningsskruvens hölje.

I tabell 13 anges spillet från olika områden av skärbordet. Segmentens utbredning i sidled definierades enligt nedanstående.

”Skärbordets mitt” = inmatningselevatorns bredd

”Höger skärbordsgavel” = 0,5 m på vardera sidan om höger stråskiljare/sidokniv

”Enbart kniv” = återstående delar av skärvidden utöver ”Skärbordets mitt” och ”Höger skärbordsgavel”.

Genom att respektive skärbordssegment hade olika utbredning i sidled fick de varierande spillnivåerna över arbetsbredden motsvarande olika genomslag för det totala skärbordsspillet. Exempelvis fick det måttliga spillet vid ”Enbart kniv” ungefär samma betydelse för de totala skärbordsförlusterna som spillet vid ”Skärbordets mitt”

Sammantaget visade resultaten från de båda försöksåren att förlängning av skärbordet med 50 cm minskade spillet med i storleksordningen 100 kg per hektar. Samtidigt ökade kapaciteten.

## Diskussion

Resultaten visar att alla skördetröskor som i någon omfattning används i höstoljevaxter bör vara utrustade med sidokniv. Vidare bör man vid tröskbyte överväga möjligheten att välja ett längre skärbord i stället för de traditionella standardskärborden. På en befintlig tröska som skördar lite större arealer höstoljevaxter kan det vara motiverat att investera i en fast skärbordsförlängning.

## Projektorganisation och finansiering

Undersökningen handhades av JTI med forskare Gunnar Lundin som projektansvarig. Till projektet kopplades en referensgrupp bestående av Albin Gunnarson och Johan Biärsjö, Svensk Raps AB, och Fredrik Andersson, VäxtRådgruppen, Svenska Lantmännen.

Projektmedlen ställdes till förfogande av Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning och Stiftelsen Lantbruksforskning. Därutöver upplät Lantmännens Maskinbolag det aktuella skärbordet utan kostnad.

## Referenser

### Litteratur

- Blomgren C., 2005. Flexibla skärbord ger högre kapacitet. Jordbruksaktuellt nr 11.
- Biärsjö J., 2000. Direkttröskning av oljeväxter med Power Flow-bord. Svensk Frötidning nr 5. Alnarp.
- Flarup J.H. Rapshøst på roden. Effektivt Landbrug. Danmark.
- Heir J.A., 1998. Skurtreskere og skurtresking. Landbruksforlaget. ISBN 82 529 2210 4.
- Helleberg B., 1980. Rapport från spillundersökning i oljeväxter 1980 under ledning av lektor Bertil Helleberg, Alnarp. Stencil.
- Helleberg B., 1981. Rapport från spillundersökning i oljeväxter 1981 under ledning av lektor Bertil Helleberg, Alnarp. Stencil.
- Helleberg B., 1997. Direkttröska rapsen! Svensk Frötidning nr 6. Alnarp.
- Lundin G., 1991. Skördetröskning med reparbord. Jämförande försök år 1990. Rapport nr 133 från Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.
- Massey-Ferguson 1978. Smithfield debut for MF "Power-flow". Stencil.
- Neale M.A., Price J.S. & Hobson R.N., 1994. Measurement of Seed Loss during Harvesting of Oilseed Rape. Report N.94-D-143, Ag Eng Milano 1994.
- Price J.S., Hobson R.N., Neale M.A. & Bruce D.M., 1996. Seed losses in Commercial Harvesting of Oilseed Rape. [Journal of Agricultural Engineering Research, Volume 65, Issue 3](#), November 1996, Pages 183-191.
- Sogn L. & Heir J.A., 1984. Dyrking av oljevekster. Landbruksforlaget, Otta, Norge.

### Personliga meddelanden

Gunnarson A., 2005. Svensk Raps AB.

## Publikationer och övrig resultatförmedling till näringen

Resultat från undersökningen har hittills presenterats enligt nedanstående.

Emgardsson P., 2007. Gunnars 10 bud. Lantmannen juli, sid 40-42.

Gunnarson A. & Lundin G., 2007. Förlängt skärbord ger mer frö. Svensk Frötidning, nr 2, sid 10-11. Hässleholm. Se även [www.svenskraps.se/2020](http://www.svenskraps.se/2020)

Lundin G., 2007. Minskat spill och ökad kapacitet vid skördetröskning av höstoljeväxter. Föredrag vid växtodlingskonferens på Brunby Försöksgård, Västerås den 16 januari.

Lundin G., 2007. Längre bord ger mindre spill. Aktuellt från JTI, verksamhetsberättelse 2006.

Lundin G., 2007. Spillraps blir merskörd med förlängt skärbord. Vägen till 5 ton, Rapport från Svensk Raps AB Projekt 20/20 sid. 10-11.

Lundin G., 2007. Minska skärbordsspillet I höstrapsen. Föredrag i LOFT-montern vid Elmia Lantbruk Maskin & Fält 17-20 oktober.

Lundin G., 2008. Minska skärbordsspillet I höstrapsen. Föredrag vid arrendatorsträff med Statens Fastighetsverk den 12 maj, Ultuna, Uppsala.

Lundin G., 2008. Spillraps blir merskörd med förlängt skärbord. Poster i LOFT-montern (se även [www.svenskraps.se/2020](http://www.svenskraps.se/2020)) samt föredrag av Johanna Olsson vid Borgeby fältdagar 25-26 juni.

Lundin G., 2008. Reduced Losses and Increased Capacity by Combine Harvesting of Winter Rape Seed. Föredrag vid EurAgEng 2008 Agricultural and Biosystems Engineering for a Sustainable World. 23-25 juni, Hersonissos, Kreta, Grekland.

Lundin G. 2008. Långa skärbord ökar vinsten. Svensk Frötidning, nr 2, sid 26-28. Hässleholm. Se även [www.svenskraps.se/2020](http://www.svenskraps.se/2020)

Löfgren J., 2007. Längre tröskbord ger mindre spill. Land Lantbruk nr 17, 20 april.

JTI:s webbsida, nyhetsnotis 12 april 2007. Längre bord ger mindre spill.