



Minskat spill och ökad kapacitet vid skördetröskning av höstoljeväxter. Fältförsök under 2006. Slutrapport till SLF

Gunnar Lundin, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Bakgrund

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 samt att 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 skärbordsspill om 5 % och däröver

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 var det angeläget att modern utrustning utvärderades i kombination med aktuella odlingsmaterial.

En ytterligare möjlighet att underlätta skördetröskningen är att bladdöda grödan före skörd.

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 oljeväxtodling som avsågs åstadkommas var:

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

Material och metoder

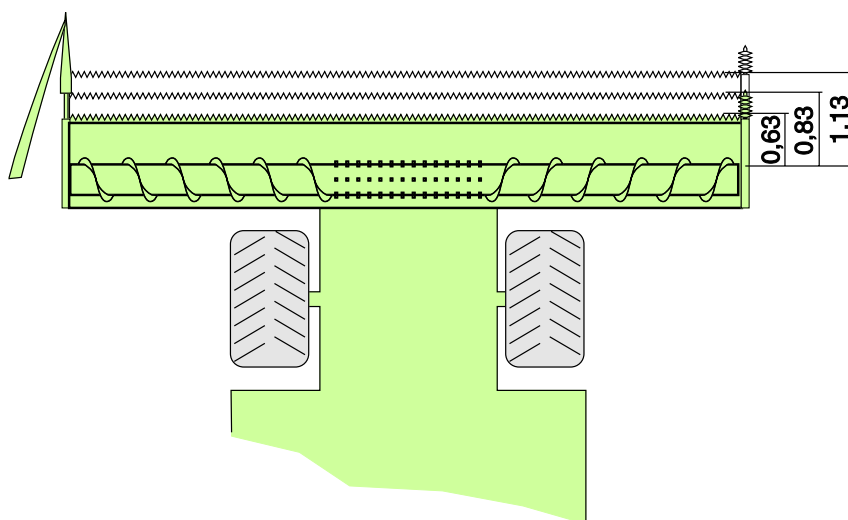
Fältförsök genomfördes den 8 och 9 augusti 2006 på två gårdar ett par mil norr om Uppsala, Husby och Vansta. På båda gårdarna skördades höstraps av hybridssort med normala radavstånd, 12,5 cm. Vid Vansta föregicks skörden av bladdödning med Roundup Max, 1,5 kg/ha den 24 juli. Försöksytor med jämna bestånd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

Tabell 1. Försöksled.

Försöksled, beteckning	Skärbordets längd ¹⁾ cm	Utrustning vid skärbordets gavl		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 inmatningsskraven



Figur 1. Skärbordslängder.

Som framgår av tabell 1 framfördes skördetrösken 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 fältdelar 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.

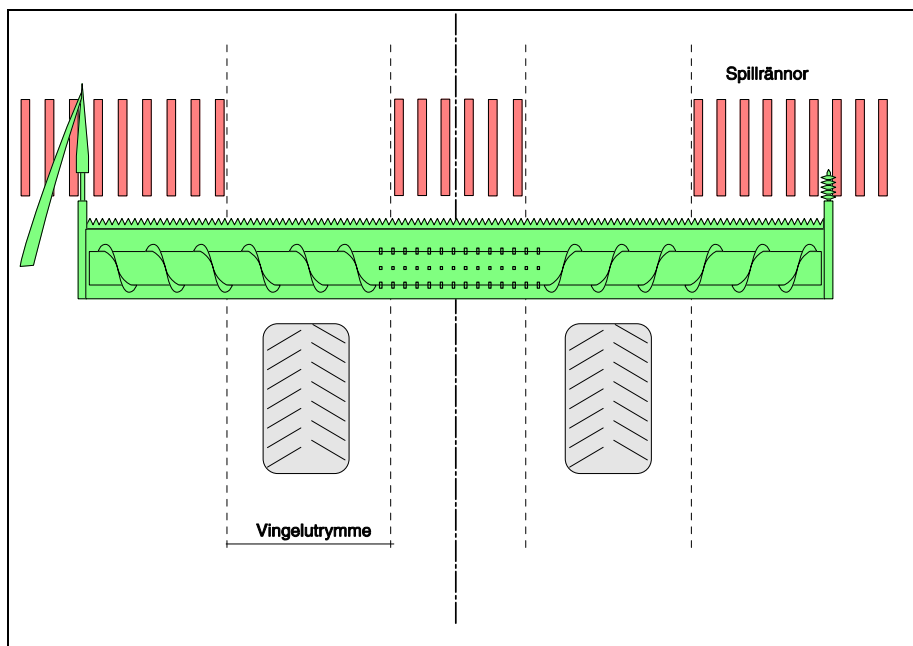
Mätningarna av prestanda i fält omfattade

- 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 2.



Figur 2. 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 handsakning 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 inmatningsskruven 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.

Resultat

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 2.

Tabell 2. 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.

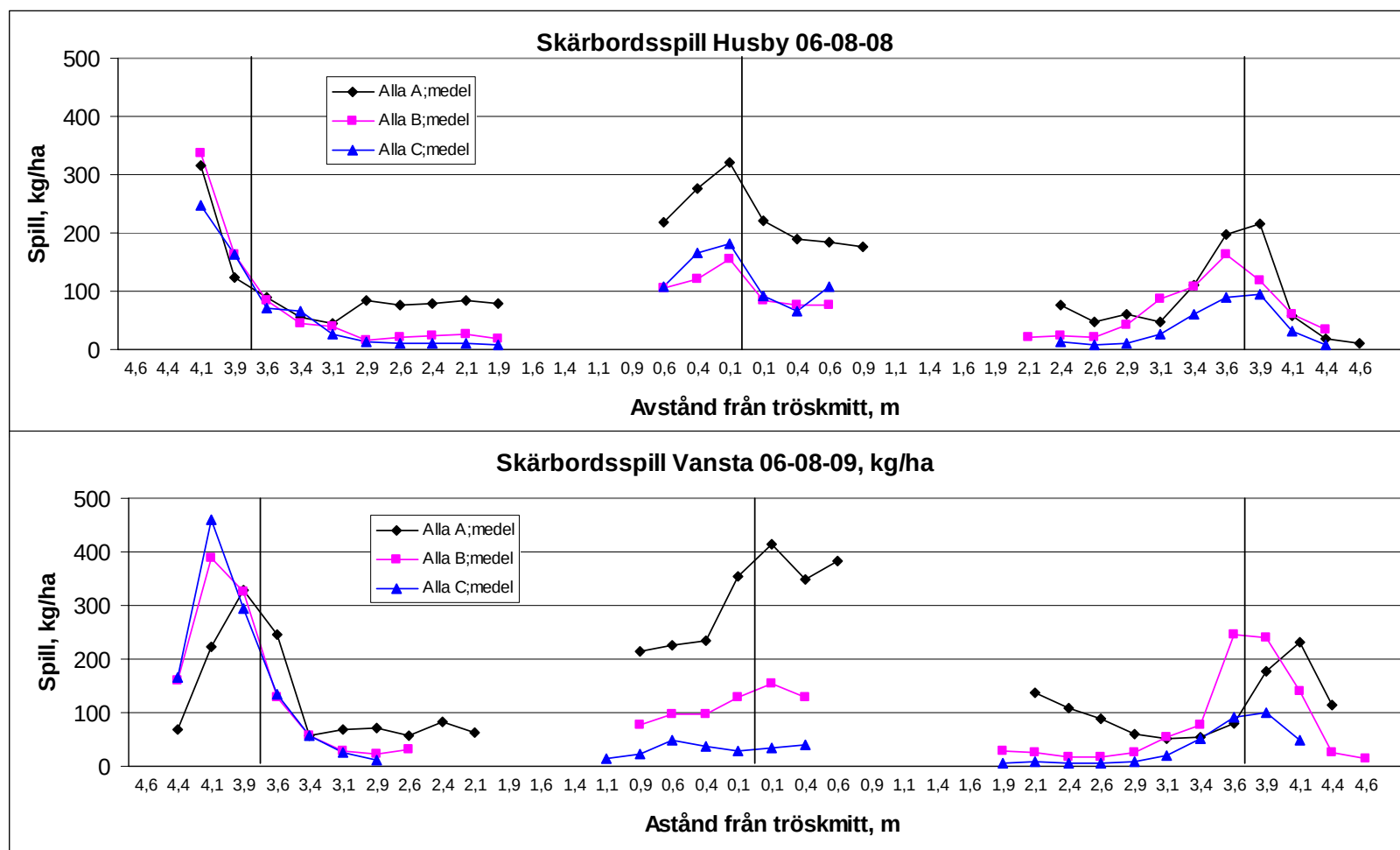
Skärbordsförluster

Hur spillet från skärbordet fördelade sig över arbetsbredden illustreras i figur 3.

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 symetriskt kring skördetröskans centrumlinje.

Av figur 3 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 ködraget. 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.

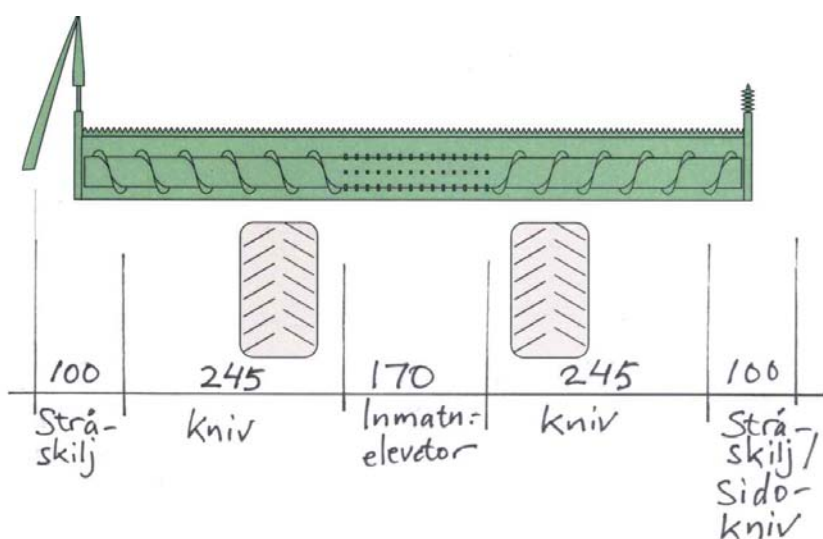
I tabell 3 anges mot bakgrund av ovanstående placeringen av de spillrännor som bedömdes härröra till respektive del av skärbordet. Tabellvärdena illustreras i figur 4.



Figur 3. 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 3. 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 4. Skärbordssegment.

I tabell 4 har spillet vid de olika skärbordssegmenten beräknats. Detta har åstadkommit genom att bestämma medelvärdet för motsvarande spillrännor enligt fördelningen i tabell 3. 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 4 och sammanfattas i tabell 5.

Tabell 4. 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	Skärbords-koncept	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 5. Som tabell 4 men genomsnitt av de båda försöken.

Skärbords-koncept	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 skörde-tröskan 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 6 och sammanfattas i tabell 7.

Tabell 6. 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 7. Som tabell 6 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 bladdöats. De orsakades genomgående av anhopningar av tröskgods vid stråskiljaren medan sidokniven aldrig visade motsvarande tendenser.

Diskussion

Resultaten visar att alla skördetröskor som i någon omfattning används i höstoljeväxter 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 höstoljeväxter 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.

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

Fältförsök med motsvarande inriktning genomfördes även under påföljande år, med Stiftelsen Svensk Oljeväxtforskning som finansiär.

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

Lundin G., 2007. Minskat spill och ökad kapacitet vid skördetröskning av höstoljeväxter. Föredrag vid växtodlingskonferens på Brunnby 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) 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

Längre bord ger mindre spill. Nyhetsnotis på JTI:s webbsida 12 april 2007.

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

Referenser

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.