

## Spill vid timotejtröskning

– Hur mycket spills vid olika körhastigheter?

Losses in timothy threshing

– How much is lost at different speeds?

*Arvid Ivehag*



## Spill vid timotejtröskning

- Hur mycket spills vid olika körhastigheter?

## Losses in timothy threshing

- How much is lost at different speeds?

*Arvid Ivehag*

**Handledare:** Torsten Hörndahl, SLU, Institution för biosystem och teknologi

**Btr handledare:** Tore Dahlqvist, SFO Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare

**Examinator:** Sven-Erik Svensson, SLU, Institution för biosystem och teknologi

**Omfattning:** 10 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G1E

**Kurstitel:** Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

**Kurskod:** EX0619

**Program/utbildning:** Lantmästare - kandidatprogram

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2018

**Omslagsbild och övriga foton:** Arvid Ivehag

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Timotej, Gräsfrö, Vallfrö, Gräsfröskörd, Timothy, Skakartröska, Rotortröska



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för biosystem och teknologi

## FÖRORD

Lantmästare - kandidatprogrammet är en treårig universitetsutbildning där det är möjligt att ta ut två sorters examen. Lantmästarexamen är på 120 högskolepoäng och en kandidatexamen på 180 högskolepoäng. En av de obligatoriska delarna i detta program är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. För lantmästarexamen görs detta arbete under andra året. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök (som jag har valt) som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 270 timmars heltidsstudier (10 hp).

Idén till studien kom från Tore Dahlqvist SFO Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare. Ett stort tack riktas till Tore som har hjälpt till med viktig information kring litteraturstudien och hur det praktiska försöket skulle genomföras. Jag har själv alltid varit intresserad av alternativa grödor som går att odla i en spannmålsdominerad växtföljd. Så att undersöka en så viktig sak som spillet vid tröskning av ett småfröigt gräs som timotej blev en intressant sak för mig.

Ett varmt tack riktas även till min handledare Torsten Hörndahl som rättat mig under arbetets gång och begränsat storleken på försöken. Vidare vill jag tacka Partnerskap Alnarp som finansierat delar av studien genom PA-projekt 1117.

Jag vill tacka mina föräldrar som har kunnat ställa upp med praktisk hjälp under försöken under stundande skörd hemma på den egna gården.

Ett stort tack till mina försöksgårdar, Hans Rudell, Sven-Erik Svensson, Mats Häggner för att ni tog er tid i skörden att låta dessa försök genomföras. Försöksresultaten i detta arbete kommer vara till stor nytta för timotejodlare.

Examinator har Sven-Erik Svensson, SLU, Intuitionen för biosystem och teknologi, varit.

Alnarp, februari 2018

Arvid Ivehag

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING .....	4
SUMMARY .....	6
INLEDNING .....	8
BAKGRUND .....	8
MÅL .....	8
SYFTE.....	8
AVGRÄNSNINGAR.....	8
LITTERATURSTUDIE.....	9
TIMOTEJ .....	9
<i>Allmänt</i> .....	9
<i>Odling</i> .....	9
<i>Gödsling</i> .....	10
<i>Växtskydd</i> .....	10
<i>Skörd</i> .....	11
<i>Direktröskning</i> .....	11
<i>Strängläggning</i> .....	11
<i>Efter skörd</i> .....	11
Skördetröskan.....	12
INMATNING .....	12
<i>Skärbord</i> .....	12
<i>Pick-up-bord</i> .....	13
URTRÖSKNING OCH FRÅNSKILJNING .....	14
<i>Skakartröska</i> .....	14
<i>Rotortröska</i> .....	15
<i>Hybridrotortröska</i> .....	16
RENSNING .....	16
MATERIALHANTERING .....	16
TRÖSKANS KAPACITET .....	17
TRÖSKANS INSTÄLLNINGAR VID TRÖSKNING AV TIMOTEJ .....	19
MATERIAL OCH METOD.....	20
FÖRSÖKSGÅRDAR.....	20
UPPLÄGG AV FÖRSÖKEN.....	20
HUR KÖRDES TRÖSKAN .....	21
PROVTAGNING .....	21
VÄDRET SOMMAREN 2017 .....	22
BERÄKNING AV PERIFERIHASTIGHET .....	22
FÖRSÖKSGÅRD NR 1 .....	22
<i>Förutsättningar för försöket</i> .....	22
<i>Tröskan</i> .....	23
FÖRSÖKSGÅRD NR 2 .....	23
<i>Förutsättningar för försöket</i> .....	23
<i>Tröskan</i> .....	23
FÖRSÖKSGÅRD NR 3 .....	24
<i>Förutsättningar för försöket</i> .....	24
<i>Tröskan</i> .....	24
SAMMANSTÄLLNING TRÖSKINSTÄLLNINGAR .....	24
RESULTAT .....	25

FÖRSÖKSRESULTAT GÅRD NR 1 .....	25
FÖRSÖKSRESULTAT GÅRD NR 2 .....	25
FÖRSÖKSRESULTAT GÅRD NR 3 .....	26
SAMMANSTÄLLNING AV FÖRSÖK.....	27
DISKUSSION .....	28
SLUTSATSER.....	29
REFERENSER.....	30
BILAGA 1.....	31
RÅDATA EFTER RENSNING.....	31

# SAMMANFATTNING

Målet med detta examensarbete har varit att göra praktiska tester för att ta reda på vad tröskans hastighet har för betydelse för spillet vid timotejtröskning. I Sverige har det inte tidigare gjorts några omfattande försök just på detta. Under sommaren 2017 har försök gjorts på tre gårdar. Två skakartröskor och en rotortröska har ingått i försöket och spillet har varierat stort mellan trösktyperna, vid olika körhastigheter. Spillet har legat mellan 16 kg/ha som lägst och 238 kg/ha som högst.

I Sverige är timotej det mest odlade frögräset med en areal på nästan 4000 hektar. Det är i främst de södra delarna av landet som odlingen dominerar kring slättbygderna, men odlingar sträcker sig ända upp till Gästrikland. Fröråvaran som produceras används mest inom landet för att etablera nya slåtter- och betesvallar. All fröodling kräver stort engagemang och odlaren måste vara insatt i sin odling för att lyckas. Allt timotejfrö är på kontraktsodling och innebär att odlingen besiktigas under odlingssäsongen av Jordbruksverkets utsädeskontroll.

Timotej är ett flerårigt gräsfrö som kan skördas flera år efter varandra. Vanligast är att man skördar två till tre år, därefter avtar skörden såpass att det inte längre är motiverat att ha kvar gräsfrövallen. Timotejfrö skördas i vanliga fall på två sätt, direkttröskning eller efter strängläggning. Efter skörd så finns det risk för att fröpartiet blir varmt om man inte avslutar andningsprocessen med kylluft. Det beror på en stor andel omogna frön och gröna växtdelar med hög vattenhalt som finns med i partiet, vilket skyndar på andningsprocessen. Ett parti med timotejfrö är lagringsdugligt först när vattenhalten är under 12 %.

Mina försök gjordes under skörden 2017. Under skördeperioden var vädret mycket ostabilt. Detta påverkade när timotejen kunde skördas och alla gårdar fick anpassa skördetidpunkt efter vädret. En gård som var tänkt att vara med i försöken kunde inte medverka på grund av vädret. Ute hos lantbrukarna har försöken gjorts i tre olika led, skillnaden mellan leden har varit hastigheten. Hastigheten har bestämts efter vilken hastighet som lantbrukaren själv har kört i (led 2). Sedan har (led 1) valts till lämplig lägre hastighet och (led 3) en högre hastighet. Tröskans inställningar har inte ändrats mellan de olika leden för att se hur hastigheten påverkat spillet. Varje led har haft fyra upprepande provtagningar av spillet, vilket har samlats upp med provdukar. Försöken har placerats i fältet där odlaren uppskattat att grödan varit jämn och representativ för hela fältet. Spillet i försöken har samlats från skakare/rotor och sållhus. Inget övrigt spill har kontrollerats t.ex. drösning i strängen eller läckage från tröskan.

I försöken har två skakartröskor och en rotortröska använts. Resultaten visar att när framkörningshastigheten ändras så påverkar detta även spillet. På gård 1 och gård 2 där man använde sig av skakartröskor ökade spillet när man ökade hastigheten. Spillet minskade när man minskade hastigheten, sett i kg/ha. Gård 1 hade en skillnad i spill på 24 kg/ha mellan led 1 och 3. Spillet i den egna valda hastigheten var 33 kg/ha. Gård 2 hade bara en skillnad i spill på 7 kg/ha mellan led 1 och 3. I den egna valda hastigheten spillde man 17 kg/ha. På gård 3 använde man sig av en rotortröska. Det är bara på denna tröska som det uppmättes ett högre spill när hastigheten sänktes. Detta är dock ett typiskt mönster för en rotortröska, när materialflödet blir för litet. I lantbrukarens egna valda hastighet spilldes 33 kg/ha. När framkörningshastigheten ökades (led 3) respektive minskades (led 1) så ökade spillet till över 200 kg/ha.

Svårigheten när man tröskar småfröiga fröer som just timotej är att veta hur mycket man spillet när fröna är små och försvinner ner på backen. Sålens inställning och fläktens varvtal är viktiga att justera under dagens olika förhållanden. Man har använt sig av större slagskoavstånd än vad som är rekommenderat. Om detta har haft betydelse för spillet är svårt att veta. I försöket har det inte gått att skilja på spillet från urträskningsprocessen och rensverket.

Av en uppskattad totalskörd av timotej på 800 kg/ha så har spillet vid den egna valda hastigheten (led 2) varit mellan 2 och 4 % för alla tre gårdar.

## SUMMARY

The goal of this project has been to do practical field tests at Swedish farms. To find out what speed is important and how much the combine loss is of timothy threshing. In Sweden, no extensive attempts have been made in this regard. During the summer of 2017 trials have been made on three farms and the losses has varied between the farms. With a lowest measured loss 16 kg/ha to 238 kg/ha where the highest loss was measured.

In Sweden, timothy is the most cultivated perennial grass with an area of almost 4000 hectares. It is mainly the southern parts of the country where cultivation dominates around the plain, but cultivation extends right up to Gästrikland. The grass material produced is mostly used in the country to establish new mowing and grazing fields. All seedlings require a great deal of commitment and the growers must be involved in their cultivation to succeed. All timothy seeds are contract cultivation and mean that the crop is inspected during the cultivation season of the farm plant seed control.

Timothy is a perennial grass that can be harvested several years after each other. The most common thing is that you harvest for two to three years, after which the harvest decreases so that they are no longer motivating to retain grass crops. Timothy seeds are usually harvested in two ways, direct harvest or with strings. After harvest, there is a risk that the seed will get warm if you do not finish the breathing process with cooling air. They are due to a large proportion of unhealthy seeds and green plant parts that are present in the high-water portion that hurries the breathing process. Timothy seeds can be stored in storage when the water content is below 12%.

My attempts were made during the harvest in 2017, during the harvest period the weather was very worrying. This affected when the timothy could be harvested and all farms had to adapt harvest time after the weather. A farm that was thought to be part of the trial could not close due to the weather. Out at the farms, trials have been made in three different stages, the difference between the ranks has been the speed. The speed has been determined according to the speed that the farmer himself has driven (point 2). Then (point 1) has been selected at the appropriate lower speed and (point 3) a higher speed. Combine settings have not been changed between the different joints to see what speed is affecting. Each joint has then had four repeated sampling with tablecloths. The trials have been placed in the field where the grower estimated that the crop was even and representative for the whole field. The lost in the trials has been collected from the straw walker/rotor and cleaning shoe, no other losses have been checked.

Two conventional and one rotary combine were used in the trials. The results show that when the driving speed rate changes, this also affects the losses. In farm 1 and farm 2, using conventional combine, the losses increased as speed increased and the losses decreased when the speed was reduced in kg/ha. Farm 1 had a difference of 24 kg/ha loss between point 1 and 3. The loss at the chosen speed was 33 kg/ha. Farm 2 only had a difference of 7 kg/ha between points 1 and 3. At the chosen speed losses was 17 kg/ha. On farm 3 a rotary combine was used. This was the farm that measured a higher loss when the speed was lowered. What is often a typical pattern for a rotor combine when the material flow becomes too small. At the chosen speed losses was 33 kg/ha. Then when the driving speed was increased and decreased, the losses increased to over 200 kg/ha.



The difficulty in threshing small-seeded seeds, like timothy, is to know how much your losses are when the seeds are small and disappear on the ground. The sieve setting and fan speed are important to adjust under today's different conditions. The farms have used greater concaves distances than recommended. If this has had a bearing on the losses is difficult to know. Because in the experiment, the losses have not been able to distinguish between the threshing process and the cleaning shoe. At an estimated total harvest of timothy, 800 kg/ha, the losses at the chosen speed (point 2) was between 2 and 4% at the three farms.

# INLEDNING

## Bakgrund

Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare (SFO) belyser vikten av att inte spilla för mycket i fröodlingar. Detta för att vara rädd om det frö vi odlar fram för att kunna öka odlarens nettointäkter. I Sverige har det inte hittills gjorts några försök i timotejodlingar i hur mycket det spills vid skörd. Därför kom idén från Tore Dahlqvist, SFO, att göra ett försök i form av ett examensarbete. Detta examensarbete kommer därför att belysa vad tröskor spiller i praktiska odlingar av timotej.

## Mål

Med detta examensarbete är målet att mäta spillet av timotejfrö vid tröskning och förstå hur mycket framkörningshastigheten inverkar på spillet.

## Syfte

Syftet är att få timotejfröodlare mer medvetna om hur mycket hastigheten påverkar spillet vid tröskning. Ett delsyfte är dessutom att skapa ett underlag som kan komma till användning för fröodlare.

## Avgränsningar

Under försöken kommer eventuella justeringar i tröskans inställningar inte att göras. Lantbrukaren kommer själv att göra sina egna inställningar av tröskan, vilka används genom alla försöksleden för att få en representativ verklighetsbild. Det enda som kommer att ändras mellan försöksleden är tröskans hastighet.

# LITTERATURSTUDIE

## Timotej

### *Allmänt*

I Sverige har vi goda förhållanden att odla vallfrö. 2012 odlades 14 arter av vallfrö och arealen uppgick till 12 770 ha. De senaste 20 åren har arealen legat runt 12 000 ha per år. Sverige är en av världens största ekologiska producenter av vallfrö och en fjärdedel av arealen är ekologisk. De senaste 20 åren har den ekologiska odlingen ökat rejält. Våra mest odlade frögräs är timotej med en areal på nästan 4000 ha, rödklöver på 2750 ha och rödsvingel på 1600 ha. Vi odlar vallfrö från Skåne och upp till Gästrikland där man finner de nordligaste odlingarna. De dominerande odlingsområdena är slättbygderna i Skåne, Västra Götaland och Östergötland. Fröproduktionen i Sverige används i huvudsak till den inhemska användningen till att etablera nya slätter- och betesvallar. En viss del av de producerade volymerna exporteras. Vissa andra grässorter som ängsgröe och rödsvingel lämpar sig särskilt till användning av grönytor för golfbanor och villaträdgårdar (Fogelfors, 2015). Fröodling är en krävande odling och kräver stort engagemang av den som odlar och varje fröslag kräver sin odlingsskötsel. Timotej är en tålig grässort och klarar att odlas i våra norra odlingsområden. (Fogelfors, 2015) Timotej är ett gräs som är tuvbildande, strået styvt och ståendes upprätt. Timotejgräsets stråbas är något lökformigt uppsvåld. (Svensk Raps, 2013)

### *Odling*

All odling av timotejfrö som är certifierad är kontraktsodling, vilket betyder att odlaren odlar åt ett utsädesföretag. Detta innebär att utsädet man sår är kontrollerat och certifierat. (Fogelfors, 2015) Under odlingssäsongen görs en besiktning av fälten av Jordbruksverkets utsädesenhet. (Dahlqvist, Muntlig kontakt, 2017) Den färdiga varan kontrolleras också strikt för att kunna bli godkänd och sedan kunna användas till nytt utsäde (Fogelfors, 2015).

När en ny timotejfrövall ska etableras är det viktigt att man har en fin och jämn såbädd som fröna ska sås i. Normalt sådjup är ca en centimeter och en utsädesmängd på 4–6 kg/ha (Dahlqvist, Muntlig kontakt, 2017). Inte högre än 6 kg/ha och vid riktigt fin såbädd kan man gå ned lite i utsädesmängd. Man vill uppnå ett bestånd på ca 100 gräsplantor/m<sup>2</sup> vid uppkomst. Är det torrt vid sådd kan en vältning vara ett bra alternativ, både före och efter sådd, för en bättre fröplacering och tillgången till fukt säkerställd. Timotejvallen sås bäst in i en skyddsgröda som oftast är en vårgröda, men det går också att så in i en höstgröda. Skyddsgrödan kan sås med varannan bill (25 cm radavstånd) för att öka ljusinsläppet. Om detta tillämpas bör man sänka utsädesmängden i skyddsgrödan med 30 % för att minska konkurrensen i raden och liggsädsrisken. Timotejen sås däremot med varje bill eller med bredspridning för att täcka hela markens yta. Sådden av timotejen görs i samband med sådd av skyddsgrödan. (Svensk Raps, 2013)

## **Gödsling**

Timotej kräver att man tillför kväve, fosfor, kalium, svavel och mangan. Insåddsåret på våren kräver timotejen inget extra tillfört kväve, utan man tillför bara det som skyddsgrödan kräver. När skyddsgrödan är tröskad och om beståndet är svagt tillförs 30 kg N/ha efter skörd och ytterligare 40 kg N/ha i andra halvan av september. Om beståndet är tillräckligt bra efter att skyddsgrödan är tröskad räcker det att bara tillföra 30–45 kg N/ha i andra halvan av september. Nästkommande år, då timotejen ska tröskas tillför man ca 100 kg N/ha i april. Vårens kvävegiva är bra om man kan dela på, för att sprida riskerna för att minska kväveutlakning. Efter att timotejen skördats kan en kvävegiva läggas om vallen bedöms vara svag eller tunn. Om man inte tillväxtreglerar sin timotejvall är rekommendationerna att man lägger ca 25 kg N/ha mindre. Höstgödslingen kan göras med flytgödsel och är mycket positivt så länge man vet kväveinnehållet och spridningen görs jämt över hela arealen. Om man vill ta en ensilageskörd på återväxten efter fröskörden krävs att man tillför ca 50 kg N/ha direkt efter fröskörden. Svavelbehov för timotej är 15 kg/ha och år, fosforbehov 15 kg/ha och år och kaliumbehov 50 kg/ha per år. Mullrika eller väldigt luckra jordar kan ha extra behov av mangan. Om man ofta i andra grödor brukar ha behov av extra mangantillförsel kräver timotejen det också och sprids då i samma körning som ogräsbekämpningen. (Svensk Raps, 2013)

## **Växtskydd**

Om man sått in timotejvallen i stråsäd görs först en ogräsbehandling på våren när vallen och skyddsgrödan är etablerad. Rekommendationer är 2.0 l/ha Ariane S, eller 0.5 l/ha Express + 0.1 l/ha vätmiddel + 0.8 l/ha Starane XL. Önskas ytterligare effekt mot bl.a. veronika, plister och viol kan 0.1 l/ha Legacy/Diflanil blandas med. När man skördat sin skyddsgröda och problem med örtogräs finns, då kan man på hösten köra en bekämpning. För förbättrad effekt mot veronika, plister och viol kan man även på hösten tillsätta 0.1-0.15 l/ha Legacy/Diflanil. Ofta behövs det göras en ogräsbehandling första skördeåret om man har större problem med baldersbrå. En körning med 1,5–1,8 l/ha Starane XL. Timotej är känslig för fenoxisyror. (Svensk Raps, 2013)

Skördetapp på grund av skadegörare kan få ekonomiska förluster. Timotejögongfläcksjuka och brunfläcksjuka är två svampsjukdomar som kan behandlas och dessa syns tydligast vid axgång. Om en behandling blir aktuell används 0,6–0,8 l/ha Amistar. I äldre vallar kan problem med insekter förekomma. Vitaxkvalster kan förekomma i äldre vallar och sprids från fältkanten och in i fältet. Vitaxkvalster kan förväxlas med vita ax som istället kan ha berott på vårfröst, närings- eller vattenbrist. Både vitaxkvalster och timotejflugan bekämpas när björkarna har ”musöron”, dvs. bladen är 0,5 cm stora. Behandling sker med godkänd dos av pyretroid. En positiv sak som kan göras i timotejfröodling är att tillväxtreglera för en ökad skörd. Det gör att man får en bättre pollinering och skördearbetet blir lättare. En tillväxtreglering får inte göras när grödan är stressad av något som t.ex. vatten- eller näringsbrist och inte är i god tillväxt. Tidpunkt för att tillväxtreglera är när timotejen börjar sträcka på sig tills begynnande axgång. Vid tidig behandling (DC 31-32) används 0,4 l/ha Moddus + 2,0 l/ha CCC. Vid senare behandling 0,5-0,8 l/ha Moddus. (Svensk Raps, 2013)

En timotejfrövall har ett fribelägningskrav, vilket betyder att timotejvallen inte ska kunna korspollineras med en annan timotejsort inom ett visst område. Därför är det bra att ta reda på grannar som odlar timotej, så man inte odlar sina vallar för nära varandra. Det är viktigt att putsa slättervallar, fältkanter, skyddszoner och trädor intill odlingen som kan innehålla annan

timotej än frövallen, för att undvika korspollinering. Krav för bruksvara, C-kvalité är 50 m och 100 m om fältet är mindre än 2 ha. Odling av stamfrö, A- eller B- kvalité är kravet 100 m och om fältet är mindre än 2 ha 200 m. (Svensk Raps, 2013)

### ***Skörd***

Timotej mognar ojämnt och tröskas i vanliga fall i mitten av augusti. Medelskörden i Sverige är 700 kg/ha med variation. Tusenkornsvikten för timotej är 0.4–0.6 g (Dahlqvist, Muntlig kontakt, 2017). Vanligast är att man skördar den två år, men det förekommer även tre och fyra fröskördar, med en tillfredsställande skörd. Man skördar timotej i Sverige på två olika sätt: strängläggning med efterföljande tröskning från sträng eller direkttröskning på rot. (Svensk Raps, 2013)

### ***Direkttröskning***

Direkttröskning görs med vanligt skärbord på tröskan och timotejen ståendes på rot. Eftersom timotej mognar ojämnt och drösar lätt måste man direkttröska relativt tidigt för att minska risken för onödigt spill. Topparna på axen mognar först och ska börja drösa innan man tröskar. Oftast är vattenhalten relativt hög, uppemot 30 %. Därför är det viktigt att man börjar lufta tröskgodset direkt för att inte riskera försämrade grobarhet, dvs. man tömmer sin vagn med tröskgodsets flera gånger om dagen. En annan metod är att man tröskar timotejen två gånger. Då direkttröskar man först timotejen på rot med vanligt skärbord och tröskar lätt, med lågt cylindervarv och stort slagskoavstånd. Detta för att bara tröska ur de mogna fröna och sedan lägger man resten i sträng med tröskan. Efter ca en vecka så tröskar man strängen och kan då tröska ur de resterande fröna som sitter i axen och har mognat. (Svensk Raps, 2013)

### ***Strängläggning***

Strängläggningen sker vanligtvis med en så kallad ”rapshuggare”, men man kan även använda andra vallmaskiner om grödan är drösningsfast. Denna metod är säker om man gör det i rätt tid och vädret är bra. Strängläggningen görs när de första fröna är mogna i axttopparna och släpper lätt när man slår ett ax i handflatan. Timotejen strängläggs ca 35 dagar efter blomning och den skall hellre göras några dagar för tidigt än för sent. Detta för att minska drösnings vid strängläggningen. Man bör eftersträva att lämna en så hög stubb som möjligt som strängen sedan kan ligga på, för att få luft underifrån som kan torka strängen. Efter ca en vecka med soligt väder är strängen redo att tröskas.

Tröskning kan ske med vanligt skärbord, men ett pick-up-bord underlättar om väderförhållandena blir sämre eller om strängen är fuktig. (Svensk Raps, 2013)

Det är viktigt att strängen läggs med omsorg för att få en så jämnt lagd sträng som möjligt. Om strängen blir ojämn har detta betydelse för hur jämnt strängen kommer att mogna och torka efter eventuellt regn. Detta kommer att påverka hur materialflödet går igenom tröskan vid skörd, vilket kan påverka spillet negativt. (Dahlqvist, Muntlig kontakt, 2017)

### ***Efter skörd***

Efterbehandlingen av fröet är viktigt för grobarheten. En fröråvara som håller en hög vattenhalt och en ojämn mognad måste luftas eller kylas direkt efter det att den blivit tröskad,

för att det inte ska bli varmgång. Annars finns risk för att grobarheten sänks. I ca 2–3 dygn behöver fröet blåsas med bara kallluft för att sedan kunna torkas med tillsatsvärme. (Svensk Raps, 2013) Vallfrö allmänt och timotej skiljer sig biologiskt från spannmål genom att vara mycket mera heterogent vid skörd. Stora variationer av hur mogna fröerna är, gröna växtdelar och höga vattenhalter gynnar andningsprocessen, vilket driver värmebildning. Tröskning på sträng brukar generellt medföra en torrare vara och därmed en mindre andningsprocess (Dahlqvist, 1997). Fröpartiet är lagringsdugligt först när vattenhalten är under 12 %. När man torkar timotejfrö är det viktigt att man rör om i partiet för att få en så jämn torkning som möjligt och undvika kondensbildning i toppskiktet. (Svensk Raps, 2013) Det finns många olika varianter på torkningssystem till timotej som funkar bra. Allt från körbara planlager, ingjutna luftkanaler i golv, pansartoppar eller rörsystem och konventionella spannmålstorkar används. När man lägger timotejfrö i en hög får partiet ett högt luftmottryck när man ska blåsa luft igenom. Detta gör att man får begränsa lagringshöjden för att kunna få en tillräcklig genomströmning av luft genom partiet. Det är viktigt att man fördelar fröet jämnt och poröst, och använder sig av en tillräckligt stor fläkt. Man siktar på att ha en luftgenomströmningshastighet i partiet på 0,1 m/sek. Man ska ha en så hög torkkapacitet att man kan få en lagringsduglig vara på ca 10 dagar. En allt för snabb nedtorkning är negativt för hur jämnt partiet torkas (Dahlqvist, 1997). När varan sedan är färdigtorkad och redo att kvalitetstestas för certifiering enligt Jordbruksverkets krav måste varan uppfylla 80 % grobarhet och 96 % renhet. Vattenhalten får inte vara högre än 13 % och partiet får inte innehålla några frön från flyghavre. (Jordbruksverket, 2016)

## **Skördetröska**

Den självgående skördetröska har funnits i vårt land sedan 20-talet när de första importerades från Nordamerika. De fick anpassas till våra förhållanden för att ersätta skördarbetet som tidigare gjordes för hand och med självbindaren. Idag utförs allt skördarbete med skördetröska. Tröskans uppgift är att skilja på den mogna grödans frön (kärnorna) från halmen (strået). En vanlig skördetröska utrustad med skärbord skall klara att skörda våra vanliga spannmålslag ståendes upprätt och även om de lägger sig. Även andra grödor är möjligt att tröska med en skördetröska som t.ex. oljeväxter och gräsfrö, ståendes på rot och från sträng med pick-up-bord. Tröskprocessen består av flera delar: inmatning, urtröskning, frånskiljning, rensning och materialhantering. (Sörkvist et al. 2000)

## **Inmatning**

### ***Skärbord***

Skärbordet består av flera delar som är avgörande för hur materialet levereras in vidare till urtröskningsprocessen. Ett jämt flöde in i urtröskningsprocessen är viktigt för att inte tappa kapacitet. Föraren har en viktig roll i hur han/hon använder sig av skärbordets olika delar för att justera det under arbetets gång. (Sörkvist et al. 2000)

Först måste grödan skäras av för att kunna falla vidare in i skärbordet. På ett skärbord använder man sig av slätterbalksmodellen där knivar rör sig fram och tillbaka genom motstånd som får grödan avklippt effektivt utan onödigt spill. Här används släta eller tandade knivblad för olika grödtyper. I ändarna av skärbordet kan man montera stråskiljare (torpeder) för att sära på grödan som ska in i skärbordet och den gröda som man inte vill ha in i skärbordet. Vid tröskning av högre grödor som har växt ihop fungerar en stråskiljare mindre bra och då är en lodrät skärande kniv (rapskniv) bättre att använda för att skilja på grödan och minska spillet. Om det finns tendens till att grödan lagt sig ned kan man montera axlyftare på skärbordets fingrar för att lättare kunna lyfta upp grödan från marken och med hjälp av haspeln dra grödan in i skärbordet. Det finns en större risk för att man får upp stenar i skärbordet om man kör med axlyftare, därför ska man montera bort axlyftarna när de inte behövs. Haspeln på ett skärbord är till för att hjälpa grödan att falla eller matas in på effektivast sätt. Föraren av tröskan måste hela tiden justera haspelns höjd, längdled och hastighet till rådande förhållanden av grödan beroende var på fältet man befinner sig. Vid stående gröda ska haspeln befinna sig just ovanför grödan med kammarna riktade nedåt i grödan. Om liggsäd tröskas ska haspeln användas för att lyfta upp grödan innan den klipps av, av knivarna för att minska spillet. Haspelns hastighet bör vara något snabbare än vad framkörningshastigheten är. När grödan sedan är avklippt och fallit in i skärbordet transporteras den av en cylinder med skenor som är skruvformade och transporterar grödan mot mitten av skärbordet. Höjden på skruven kan justeras för optimalt flöde. Inmatningsskruven är ofta försedd med inmatningsfingrar (medbringare) som kan ändras i olika vinklar för att hjälpa transporten av material i inmatningsskruven. (Sörkvist et al. 2000)

Det finns även andra varianter av skärbord där det avtröskade materialet transporteras på gummimattor från kniven och in i inmatningsskruven. Fördelen med detta system är att man får en ännu jämnare matning av skördematerialet in i tröskan. (Sörkvist et al. 2000)

### ***Pick-up-bord***

Pickup bord av typen bandpickup består av en matta med monterade fingrar på som lyfter strängen från marken och transporterar strängen in i inmatningsskruven. Sedan matas materialet in i tröskan. När man tillämpar denna metod vid tröskning krävs det att man har lagt strängen i rätt tid, för vad den aktuella grödan kräver, innan tröskning sker. (Sörensen, 2008).

Vidare från skärbordet, eller pick-up-bordet, transporteras grödan in i tröskan via inmatningselevatorn. Inmatningselevatorn består av ett antal kedjor med medbringare emellan som drar grödan upp igenom inmatningselevatorn på tröskan och in i urtröskningsprocessen. Innan det avtröskade materialet går in i urtröskningsprocessen finns en stenficka som samlar upp den sten som eventuellt kommer med grödan. Det är viktigt att man tömmer stenfickan dagligen. Det finns även andra system som kan "lyssna" efter stenar och istället öppnar slagskon eller inmatningen för att avvisa stenen. (Sörkvist et al. 2000)

## Urtröskning och frånskiljning

### *Skakartröska*

Urtröskningen och frånskiljningen består av tröskcylinder, slagsko, halmcylinder och halmskakare. Efter inmatningselevatoren matas grödan in i cylindern och slagskon. Avståndet på slagskon är ställbart efter vilken gröda man tröskar. Det avsmalnande avståndet som blir mellan cylinder och slagsko samt ökningen av materialflödets hastighet är det som ger urtröskningen. Detta gör att fröna släpper från strået och ramlar ner genom slagskon och ner på uppsamlingsplanet. Halmen och resterande kärnor går vidare till halmskakarna. (Sörkvist el al. 2000)

**Tröskcylindern** består av slagor, varannan höger och vänsterräfflad. När tröskmaterialet kommer från inmatningselevatoren har materialet en hastighet på ca 4 m/s och cylindern har en periferihastighet på ca 30 m/s beroende på gröda och önskad tröskverkan. Olika tröskor har olika stora diametrar på cylindrarna, men det viktigaste är när man ställer in varvtalet är att veta vilken periferihastighet (m/s) man ska ha och inte vilket varvtal (varv/min). Olika tröskors cylindrar skiljer sig i vikt. Ju tyngre en cylinder är desto lättare håller den varvtalet men om hastigheten tappas för mycket tar det längre tid att nå önskat varvtal igen. (Sörkvist el al. 2000)

**Slagskon** omfattar en vinkel på ca 110° av cylindern. Det är cylinderns slagor som jobbar mot slagskon och tröskar materialet. Det är genom centrifugalkraften av cylinderns varvtal som får lösa kärnor att falla igenom slagskon. Slagskon igenkänns som ett galler som består av slagskolister och skotenar som kan anpassas efter olika grödor. Avskiljningen styrs av hur stort avstånd man har mellan slagskolister och sko-tenar. För stort avstånd gör att även icke önskvärt material faller igenom. Under bra förhållanden kan man uppnå en avskiljning på 90 % i cylindern. Vid tröskning av svårare grödor kan slagskons främre del täppas igen med slagskolister för att få en hårdare urtröskning. T.ex. för att få borst att släppa från korn eller småfröiga frön som behöver en hårdare tröskning för att släppa från strået. Avståndet mellan slagsko och cylinder påverkar tröskningseffekten. En slagsko ska vara inställd så att inloppet har en större öppning än vad utloppet har. Det rekommenderas att inloppet i cylindern har ett avstånd som är tre gånger större än utloppet. (Sörkvist el al. 2000)

**Halmcylinder** finns oftast monterat för att undvika att halm ska linda sig runt cylindern och styra vidare halmen till nästa steg i tröskprocessen. (Sörkvist el al. 2000)

**Accelerator** är en cylinder före huvudcylindern som finns på vissa tröskor och modeller som utvecklats för att kunna öka kapaciteten ytterligare. Acceleratorn är en för-cylinder med slagsko som har till uppgift att jämna ut och dra isär materialet genom att öka hastigheten på grödan. Acceleratorn jobbar med 80 % av varvtalet som cylindern gör och detta ökar frånskiljningen ytterligare. (Sörkvist el al. 2000)

**Roterande kärnfrånskiljning** finns på vissa tröskor och modeller. Fungerar som en cylinder med en enklare slagsko för att skilja ut ytterligare kvarvarande kärnor i tröskmaterialet. Denna typ av avskiljning sitter efter huvudcylindern och har ett lägre varvtal än cylindern. (Sörkvist el al. 2000)



**Halmskakarna** har till uppgift att skilja ut lösa kärnor i halmen som är urtröskade genom en skakande rörelse. Skakarna har också till uppgift att transportera halmen bakåt till hacken. I vanliga fall finns 5–25 % av kärnorna fria i halmen som skakas fram och ner till rensverk. Det är viktigt att halmskakarna belastas jämnt över hela bredden för att utnyttja tröskans kapacitet väl. Bredden och längden av skakarna påverkar hur mycket material som kan befinna sig över skakarna och hur fort man kommer att kunna köra utan ett allt för stort spill. Ofta är det halmskakarna som begränsar tröskans kapacitet om spillet över skakarna blir för stort. Fuktig halm eller onödigt mycket halm genom tröskan sänker kapaciteten avsevärt. För att kunna öka kapaciteten har vissa tillverkare utvecklat gaffelluckrare som lyfter och luckrar halmen. Detta gör att man kan frånskilja de sista kärnorna och får en snabbare passage av halmen över skakarna. En annan teknik är att man använder roterande gafflar som sprider ut halmen i sidled jämt över skakarna efter urtröskningen. Detta för att skakarna ska utnyttjas maximalt och avskiljningen vara så effektiv som möjligt. (Sörkvist et al. 2000)

### *Rotortröska*

Det finns tröskor som inte använder sig av halmskakare för att skilja ut kärnorna utan i stället finns en rotor som gör det. En rotortröska är uppbyggd med skärbord, inmatning, rensverk och materialhantering som en skakartröska, men urtröskningen och frånskiljningen skiljer sig. De finns tröskor som använder sig av en stor rotor eller två mindre rotorer. Rotorerna är placerade längs med tröskan och har en omslutande cylinder med ledskenor som styr materialet bakåt när rotorn roterar. Första delen av rotorn är utrustad med propellerliknande blad för att dra in grödan i rotorhuset. Efter det är rotorn försedd med slagor och en justerbar slagsko som tröskar grödan. Sedan övergår rotorns sista del till att frånskilja lösa kärnor med centrifugalkraft genom en mer öppen slagsko. (Sörkvist et al. 2000)

En rotortröska har större kapacitet än vad en skakartröska har för att man tvingar allt material igenom rotorn och får därför en snabbare passage. Detta gör att man får en högre bränsleförbrukning jämfört med en skakartröska med samma skärbordsbredd. En rotortröska är betydligt hårdare mot halmen vilket kan ge sämre halmkvalité. Om det är mycket torrt kan även halmen smula sig lättare och ge ökad belastning på sållan. (Niléhn, 2002)

## **Hybridrotortröska**

En hybridtröska använder sig av skakartröskans urtröskningsprocess och rotortröskans teknik för att skilja kärnorna från halmen. Tröskans skärbord och inmatning är som på en skakartröska. Efter inmatningen sitter accelerator, tröskcylinder, halmcylinder som tröskar ur grödan. Efter följer sedan en eller två rotorerna som materialet leds in i för att frångilja de sista fria kärnorna. Rotorerna har skruvade lister för att få halmen att transporteras bakåt mot hacken. (Niléhn, 2013)

## **Rensning**

Alla typer av tröskor har ett rensverk som är uppbyggt av uppsamlingsplan (eller skrapelevatorer/skruvar), sållhus och fläkt. Rensverkets uppgift är att sålla bort större partiklar som ej är önskvärda och blåsa bort små partiklar som är lättare än kärnorna. I vanligaste fall har man två såll man sållar materialet igenom. Översta sållet ställs i vanliga fall med en större öppning än vad undre sållet har. Material som ramlar ner på undersållet och inte går genom undersållet leds vidare till en retur som tröskar materialet igen. Antingen igenom ordinarie urtröskningsprocessen eller i ett eget urtröskningssystem i retursystemet. **Uppsamlingsplanet** i en tröska är placerat under urtröskningsprocessen för att samla upp de urtröskade materialet. Planet rör sig i en framåt- och bakåtgående rörelse för att transportera materialet bakåt mot sållen. Uppsamlingsplanets rörelse gör även att materialet fördelas jämt om det finns tendens till ojämnt flöde. **Sållhus** eller sållkasse består av sållen i en tröska och erhåller en god fraktionering av tröskgodset i en fram- och bakåtgående rörelse precis som uppsamlingsplanet. Dagens nya tröskor är utrustade med ställbara lamellsåll medan många äldre tröskor kan vara utrustade med fasta såll. (Sörkvist et al. 2000) Det finns även fröodlare som använder sig av fasta såll för att minska medföljande halm i tanken. (Dahlqvist, Muntlig kontakt, 2017) Sållkassen är utformad att kunna röra sig i sidled på vissa fabrikat för att alltid vara i ett horisontellt läge om terrängen är kuperad. Vid sidolutning belastas sållen ojämnt och man får dålig rensning med följd av högre spill. **Fläkten** skapar en luftström genom sållen. Fläkten har en variabel varvtalsinställning för att kunna anpassas efter olika förhållanden och grödyper. Centrifugalfläkt är den typ av fläkt som är vanligast på tröskor. Sållen är vanligtvis ställbara men det finns också fasta lamellsåll. En större sållyta kan hantera större mängder material och är positivt för tröskkapaciteten. Spillet över sållen kan justeras med hjälp av fläkten. Om sållöppningarna på över- och undersållet är rätt inställda till rådande förhållande så har fläkten en stor betydelse om man kommer spilla mycket eller inte. Översållet ska vara så öppet att det släpper igenom frön och otröskade ax utan problem men hindrar större halmbitar att falla igenom. Undersållet ska vara så pass stängt att helst bara fröer kan falla igenom. (Sörkvist et al. 2000)

## **Materialhantering**

Den inre transporten av kärnor i tröskan sker med skruvar och elevatorer främst i sidled och höjldled. På tröskor utrustade med avkastningsmätare brukar sådan utrustning sitta i elevatorn som transporterar färdigt tröskgodset upp i tanken. Tanken sitter bakom hytten och föraren kan

se in i tanken för att kunna se hur resultatet blivit. I botten av tanken ligger bottenskruvar som skruvar ut materialet när tanken ska tömmas och vidare ut i ett tömningsrör utanför tanken. Tömningen ska vara dimensionerad så att tankens volym kan tömmas på 1–2 minuter. (Sörkvist et al. 2000)

Halmen som går igenom en tröska kan läggas i en sträng för att pressas till balar eller föras genom en hack för att sönderdela halmen och spridas ut jämnt efter tröskan. Vid strängläggning leder man halmen förbi hacken eller faller bort hacken helt. Vanligast är att man har en hack med pendlande knivar på en roterande cylinder som jobbar mot ett fast motstål. Denna typ av hack klarar mindre främmande föremål som t.ex. stenar eftersom kniven inte är fast. Knivarna kan vara välvda för att dra med sig luft och ge extra blåsverkan i kombination med en hög rotationshastighet som gör att man kan sprida halmen. Efter hacken sitter en spridningsskärm som har ledskenor som halmen styrs av och som gör att man kan sprida halmen på en större bredd. (Sörkvist et al. 2000). Allt eftersom tröskornas skärvidder har blivit större så måste också halmen kunna spridas ännu bredare. Därför har man på större tröskor monterat extra tallrikar eller fläktar för att kunna sprida halmen med ännu bättre precision. (Hörndahl, 2016)

## Tröskans kapacitet

En tröskas kapacitet beror på följande parametrar: önskad kvalitet på tröskvaran, acceptabelt spill, grödans egenskaper, skördenivå, rådande förhållanden, trösktyp och design, motorstyrka, MOG genomströmning (material annat än kärna), fältets form och storlek, hantering av tröskmaterial och hur mycket av strået som ska gå genom tröskan. På 1800-talet när man tröskade för hand klarade en mantimme att tröska 10 kg. Idag klarar en person som kör en tröska 60 ton/timmen och vissa tröskor har ännu högre kapacitet. Olika egenskaper och förutsättningar hos olika grödor ställer en skördetröska för många olika utmaningar. Ändå spillo en tröska ofta inte mer än 1–3 % av den totala skörden. (Quick, 1999)

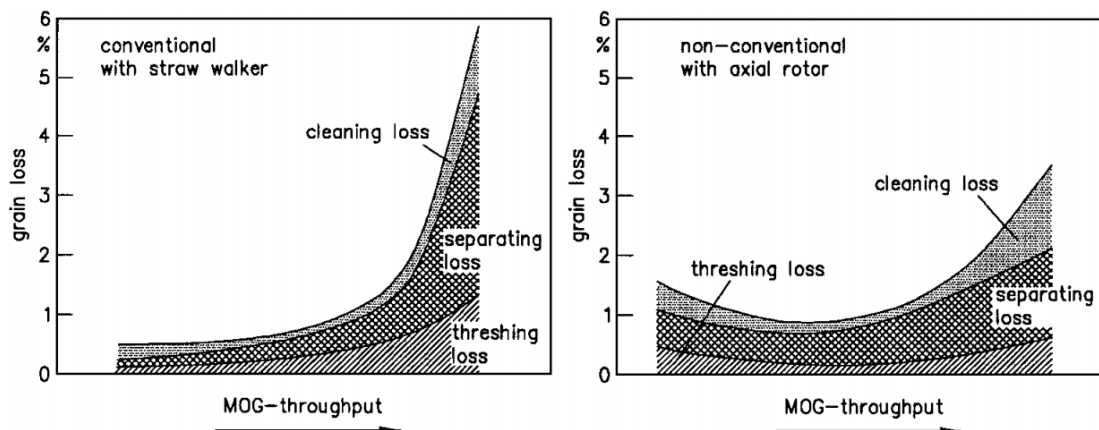
När man räknar spill så räknar man med skärbordsspill och tröskverksspill. För spannmål är normalt spill 1–3%. Det kan delas upp i:

Urtröskningsspill (bl.a. krossade kärnor) 0,1–0,2 %

Frånskiljning (medföljande kärnor i halm) 0,3–3 %

Rensningsförluster (kärnor över såll och i ax) 0,1–0,5 %

I figur 1 visas att en rotortröska har ett ökat spill när materialflödet genom tröskan är lågt vilket tyder på att en rotortröska kräver ett visst materialflöde för att spilla minimalt. Skakartröskans spill stiger när materialflödet ökar och blir för stort när materialet över skakarna blir för tjockt och hindrar kärnorna att falla igenom materialet, se figur 1.



**Figur 1. Skillnad i spill vid ökat materialflöde av en konventionell skakartröska (vänster) och en rotortröska (höger) (Quick, 1999).**

Den accepterade mängden spill bestämmer hur stort flöde av material man kan ha genom en tröska och i vilken hastighet föraren kan köra. I praktiken kan en ökad hastighet med något högre spill ändå vara ekonomiskt försvarbart. (Quick, 1999)

I en undersökning som handlar om hur hastigheten påverkar spillet i rödklöver vid tröskning i olika hastigheter kom man fram till följande. På fyra olika gårdar med tre led och fyra upprepningar per led körde man med tröskorna. I försöket lät man köra alla tröskor i samma hastigheter, led 1 i 1 km/h, led 2 i 2 km/h och led 3 i 3 km/h. Vid sammanställningen syntes det tydligt att alla tröskorna hade ett ökat spill vid ökad framkörningshastighet (1–3 km/h). Spillet storlek skiljde sig stort mellan de olika tröskorna som var med i försöket. Den tröska som spillde mest hade en ökning på 83 kg/ha medan den tröska som hade den minsta ökningen bara spillde 20 kg/ha mera. År 2014 rödklöverskörd låg i snitt på 210–340 kg/ha beroende på sort. Även stora skillnader i spill uppmättes (24–79 kg/ha) i den körhastigheten som lantbrukaren själv hade valt att köra i. När spillet sedan har räknats om i procent spillde den som spillde minst 7 %, medan gården med högst spill, spillde 25 % av den totala skörden. (Skyggesson, 2015)

I en artikel redogörs för vikten av rätt inställning av tröskan vid tröskning av raps. Raps är ett småfröigt frö och dess tröskinställningar är mer användbart för timotej i jämförelse mot vad spannmålsinställningarna på en tröska är. Många använder ett alldeles för högt varvtalet på cylindern för att man är rädd för att få stopp. Det är bättre att sänka varvtalet och öka slagskoavståndet istället för att inte belasta sållen mer än nödvändigt. Mycket luft är också viktigt om sållen är hårt belastade för att undvika en tjock tät matta. När tröskan är utrustad med ställbara lamellsåll måste man tänka på att detta ger en riktad blåsverkan. Är sållen mycket öppna så riktas luften också mer uppåt och vice versa. (Helleberg, 1997)

Man ska självklart använda sig av de inställningar som instruktionsboken anger om man aldrig tröskat timotej tidigare. Viktigt att tänka på är att körhastighet, vattenhalt och materialflöde genom tröskan påverkar kraftigt tröskresultatet. Det är därför viktigt att under dagen justera sina inställningar allt eftersom grödan torkar. Ofta använder lantbrukare för lite luft. Det är med luften som man rensar fröet från annat material. Eftersom man använder luft för att rensa rent senare i förädlingen kan man oftast blåsa mera redan i tröskan. När halmen är mycket torr finns risk att man slår sönder den onödigt mycket och får ökad belastning på sållen. Till följd av högre spill eller mera halm i tanken, då är det viktigt att man justerar slagskoavståndet eller cylindervarvtalet. (Biärsjö, 2000)

I tabell 1 kan man utläsa några tröskinställningar från en tröska för att kunna jämföra hur olika grödor skiljer sig och vad som rekommenderas från tillverkaren vid gräsfrötröskning. Det som skiljer sig är framförallt det höga cylindervarvtalet och hårda urtröskningen. Sällöppningen skiljer sig men inte så mycket med tanke på hur mycket de olika grödorna faktiskt skiljer sig i fröstorlek. Fläktvarvet vid gräsfrötröskning är lågt och det är det som är det svåra att ställa in vid skörd av små fröer. I kombination med den hårda urtröskningen som lätt kan få halm och icke önskvärda växtdelar att hamna på sållen. Samtidigt som man vill tröska materialet så pass hårt att man tröskar ur så många frön från axet som möjligt. Det blir upp till tröskföraren att justera fläktvarvet och urtröskningsprocessen under dagens olika förhållanden för att kunna få en så acceptabel vara som möjligt i tanken med ett acceptabelt spill. (Holland, 2007)

**Tabell 1. Olika tröskinställningar för en tröska vid olika grödor (Holland, 2007)**

Typ av gröda	Cylindervarv (m/s)	Slagskoavstånd bakkant (mm)	Översåll (mm)	Undersåll (mm)	Fläktvarv (varv/min)
Vete	33	13	14	6	850
Lin	29	8	7	3	525
Gräsfrö små frön	>39	4	5	1,5	300

## Tröskans inställningar vid tröskning av timotej

Timotej har mycket små och lätta frön. Det finns frön som släpper lätt i axets topp och frön i axets botten som kräver mer mekanisk bearbetning för att släppa. Enligt Svensk Raps (2013) ska man därför ha relativt högt varvtal på cylindern/rotorn och en liten öppning mellan slagor och slagsko för att kunna tröska ur alla frön. Fläkten ska användas sparsamt, om för mycket luft används kan det blåsa frön över sållen.

Periferihastighet cylinder:	20–25 m/s, (600–900 varv/min)
Slagskoavstånd:	Framkant, ca 10 mm Bakkant, ca 3 mm
Översållsöppning:	12 mm
Undersållsöppning:	3 mm
Luftmängd:	Låg fläkthastighet till en början, sedan öka till renheten och spill är acceptabelt.

# MATERIAL OCH METOD

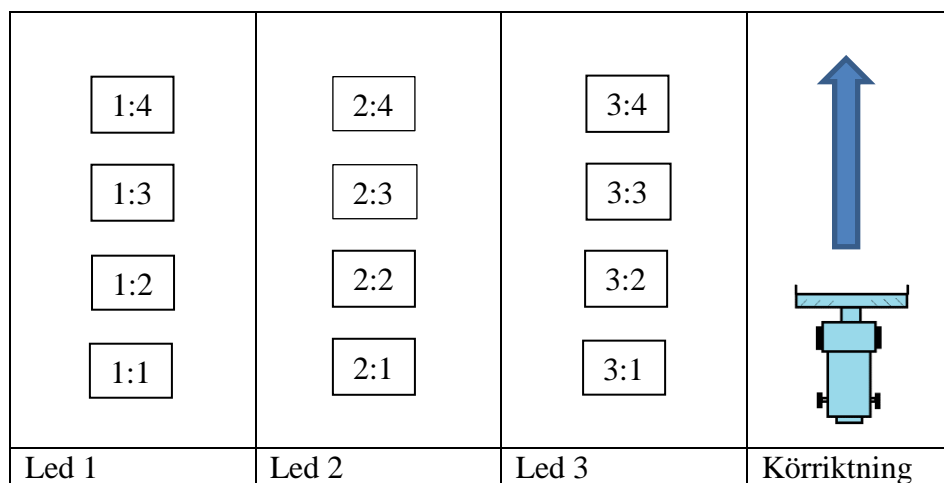
## Försöksgårdar

Studien gjordes under augusti 2017 på tre olika gårdar. Gårdarna valdes efter närhet till mitt hem för att snabbt kunna vara på plats när tröskningen väl skulle ske. Två av gårdarna var belägna utanför Trollhättan och en gård utanför Mellerud.

Från första början var det tänkt att fyra gårdar skulle ingå i försöket. Men under pågående skörd var vädret mycket ostabilt med många oväntade regn och skurar som gjorde försökstillfällena svåra att planera. Därför blev det bara möjligt att genomföra studien på tre gårdar.

## Upplägg av försöken

Alla försöksplatser hos de tre lantbrukarna har placerats någonstans i timotejfältet där lantbrukaren själv vet att grödan har varit homogen och borde ge en bra representativ bild för hela fältet. Försöken har gjorts i tre led med fyra upprepande provtagningar av spillet. Skillnaden i de tre leden har varit tröskhastigheten. Alltså har försöken körts i tre olika hastigheter, en hastighet där lantbrukaren själv anser att tröskan går som bäst (led 2), och sedan en hastighet lite långsammare och en något snabbare (led 1 respektive led 3). Försöksleden lades intill varandra för att få en så likartad gröda och avkastning som möjligt för alla led i försöket. Alla leden har tröskats åt samma håll för att minska risken att lutningar i fältet skulle kunna påverka tröskans spill. I varje led har fyra provtagningar av spillet tagits, för att få ett så bra genomsnittligt resultat som möjligt. Första spilluppsamlingsduken placerades cirka 50 meter från vändtegen in i fältet, för att låta tröskan få returgodset att belasta tröskan på nytt, sedan placerades de resterande tre spillduk efter varandra med 25–30 meters avstånd, se figur 2.



Figur 2. Skiss över hur försöket planerades i fält.

## Hur kördes tröskan

För att få ett så verklighetsbaserat resultat som möjligt har försöket utgått ifrån de inställningar på tröskorna som lantbrukarna själva har ställt in i den hastigheten som passat förutsättningarna. Led 1 och 3 har man alltså bara ändrat körhastigheten och inga andra inställningar på tröskan. I försöket har man bara samlat spill från sållhus och skakare eller rotor. För alla tröskor har det kunnat gå att fälla undan eller stänga av bosspridaren samt att leda halmen förbi hacken ner i en sträng. Med hjälp av uppsamlingsdukarna har man kunnat samla upp spillet från rensverket och urtröskningen samt frånskiljningen. Annat spill vid strängning, spill i pick-up-bord, skärbord eller andra läckage på tröskan har hamnat på marken under duken. I alla försöken har timotejen stränglagts före skörd. Gård 2 och 3 har använt sig av pick-up-bord för att plocka upp strängen. Gård 1 använde sig av ett vanligt skärbord. Ingen av lantbrukarna har använt sig av GPS-styrning när man lagt strängarna, vilket gör det svårt att veta exakt vilken arbetsbredd ”rapshuggaren” har utnyttjat av full arbetsbredd. Därför har arbetsbredden troligen skiljt sig mellan strängarna. Beroende på hur förhållandena varit och hur timotejen lagt sig kan det vara svårt att utnyttja full arbetsbredd vid strängläggningen.

## Provtagning

Tre av provdukarna, som har använts, har måtten 2\*1 meter, och en duk måttet 0.5\*2 meter. Provdrukarna har under försöket placerats i strängarna för att säkerställa en bra placering. Detta innebär att tröskföraren har fått lyfta precis över provduken. Tanken var från början att kasta in provdukarna från sidan in mellan bakhjulen, för att slippa att tröskan går utan material en kort bit. Men denna metod är omöjlig att använda när tröskorna kör så pass fort och stubbhöjden är hög. Detta gjorde det svårt att få provduken att hamna rätt under tröskan.



**Figur 3. En av de fyra provdukarna vid olika tillfällen, före och efter överfart med tröska. Bilderna är från olika försökstillfällen.**

Allt material som hamnade på provdukarna samlades ihop och lades i separata tygpåsar, en påse för varje provduk i varje led. Alltså 12 stycken prover per gård. Tygpåsarna förvarades sedan på ett trägolv med luftgenomströmning och vändes en gång per dygn. När alla prover var klara kördes de till Hushållningssällskapets anläggning, Logården utanför Grästorp för att sedan skickas till Sandby gård utanför Borrby i Skåne för rensning och vägning. Resultatet visas senare under avsnittet ”Resultat” och visar spillet i kg/ha med felstaplar för de olika hastigheterna. Ett t-test, på signifikansnivån 5 %, har genomförts för att undersöka om det är någon skillnad i spill mellan körhastigheterna.

I resultatsammanställningarna kommer en uppskattad skörd i kg per ha att användas för att kunna sätta ett värde på spillet. Även ett pris per kg frö har uppskattats för att kunna värdera spillet i svenska kronor. Uppskattad skörd och pris har diskuterats med Tore Dahlqvist på SFO som har stor erfarenhet inom fröbranschen. Han menar att en medelskörd i försöken kan vara 800 kg/ha, och ett fröpris på 14 kr/kg. (Dahlqvist, Muntlig kontakt, 2017)

## Vädret sommaren 2017

Juni och juli var onormalt torra, men svala, vilket gjorde att grödor på lättare jordar brådmognade. I augusti månad blev det desto flera nederbördsdagar, vilket gjorde det svårt att komma ut och tröska. Detta gjorde det svårt att planera skördetillfällena för försöken och alla försöken drog igång med mycket korta varsel.

## Beräkning av periferihastighet

Oftast när man pratar cylindervarvtal på en tröska anger man bara just varvtalet (varv/minut), vilket gör det svårt att jämföra olika tröskor om cylindrarna har olika stora diametrar. Därför kommer också periferihastigheten (meter/sekund) att räknas ut för att lättare kunna jämföra de olika tröskorna.

Formel för likformig cirkulär rörelse (periferihastighet):  $v = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n$

$v$  = Medelhastighet (m/s)

$\pi$  = Pi (3.14)

$r$  = Radien på roterande föremål (m)

$n$  = Varvtal (varv/s)

Exempel: En tröska som har en tröskcylinder med diametern 700 mm och som snurrar med ett varvtal av 800 varv/minut.  $2 \cdot 3.14 \cdot 0.35 \cdot 13.3 = 29.2$  m/s. Hastigheten längst ut på cylindern är 29.2 m/s.

## Försöksgård nr 1

### *Förutsättningar för försöket*

På gård 1 har timotejsorten Switch odlats. Strängläggning av timotejen skedde den 1 augusti och tröskningen genomfördes sedan 10 dagar senare, 11 augusti. Vid skörd var väderleken mestadels solsken, 19°C och vindhastigheter på 4–5 m/s. Strängarna hade fått regn på sig innan skörd.



### **Tröskan**

På gården användes en skakartröska New Holland CX5080. Vid skörd plockades strängen upp med ett vanligt skärbord. Tröskinställningar framgår av tabell 2. I försöket har lantbrukaren själv valt att köra i 4 km/h (led 2). Därför bestämdes att led 1 kördes i 3 km/h och led 3 i 5 km/h.

**Tabell 2. Sammanställning av tröskans inställningar gård 1**

Tröska	New Holland CX 5080
Periferihastighet (Cylindervarvtal)	25 m/s (800 varv/min)
Slagskoavstånd (bakre)	6 mm
Översåll	6 mm
Undersåll	2 mm
Fläktvarv	370 varv/min
Strängningsbredd ”rapshuggare”	18 fot (5.4 m)
Övrig monterad utrustning	-

### **Försöksgård nr 2**

#### ***Förutsättningar för försöket***

På gård 2 odlades timotejsorten Rakel. Timotejen strängades den 1 augusti och tröskades sedan 5 dagar senare den 6 augusti. Vid skörd var väderleken mestadels solig, 18°C med starka vindar med vindhastigheter på 8 m/s. Strängarna hade fått regn på sig innan skörd.

### **Tröskan**

På gården användes en skakartröska Claas Tucano 430. Vid skörd plockades strängen upp med ett pickuppbord. Tröskinställningar framgår av tabell 3. I försöket har lantbrukaren själv valt att köra i 5,5 km/h (led 2). Därför bestämdes att led 1 kördes i 4 km/h och led 3 i 7 km/h.

**Tabell 3. Sammanställning av tröskans inställningar gård 2.**

Tröska	Claas Tucano 430
Periferihastighet (Cylindervarvtal)	21,2 m/s (900 varv/min)
Slagskoavstånd (bakre)	(Läge 4) 10 mm
Översåll	7 mm
Undersåll	4 mm
Fläktvarv	700 varv/min
Strängningsbredd ”rapshuggare”	15 fot (4.5 m)
Övrig monterad utrustning	Strypning till fläkt

## Försöksgård nr 3

### *Förutsättningar för försöket*

På gård 3 odlades timotejsorten Switch. Timotejen strängades den 27 juli och tröskades 4 dagar senare den 1 augusti. Vid skörd var väderleken solig 20°C och en vindhastighet på 3 m/s. Strängarna fick regn på sig dagen innan skörd.

### *Tröskan*

På gården användes en rotortröska Case axial-flow 8230. Vid skörd plockades strängen upp med ett pickupbord. Tröskinställningar se tabell 4. I försöket har lantbrukaren själv valt att köra i 8 km/h (led 2). Därför bestämdes att led 1 kördes i 6 km/h och led 3 i 10 km/h.

**Tabell 4. Sammanställning av tröskinställningar gård 3.**

Tröska	Case axial-flow 8230
Periferihastighet (Cylindervarvtal)	18,3 m/s (460 varv/min)
Slagskoavstånd (bakre)	13 mm
Översåll	6 mm
Undersåll	2 mm
Fläktvarv	600 varv/min
Strängningsbredd "rapshuggare"	16 fot (4.8 m)
Övrig monterad utrustning	-

## Sammanställning tröskinställningar

När tröskinställningarna jämförs hos de olika gårdarna med Svensk Raps och med trösktillverkarens (Holland, 2007) rekommendationer syns det att gårdarna har större slagskoavstånd än rekommenderat.

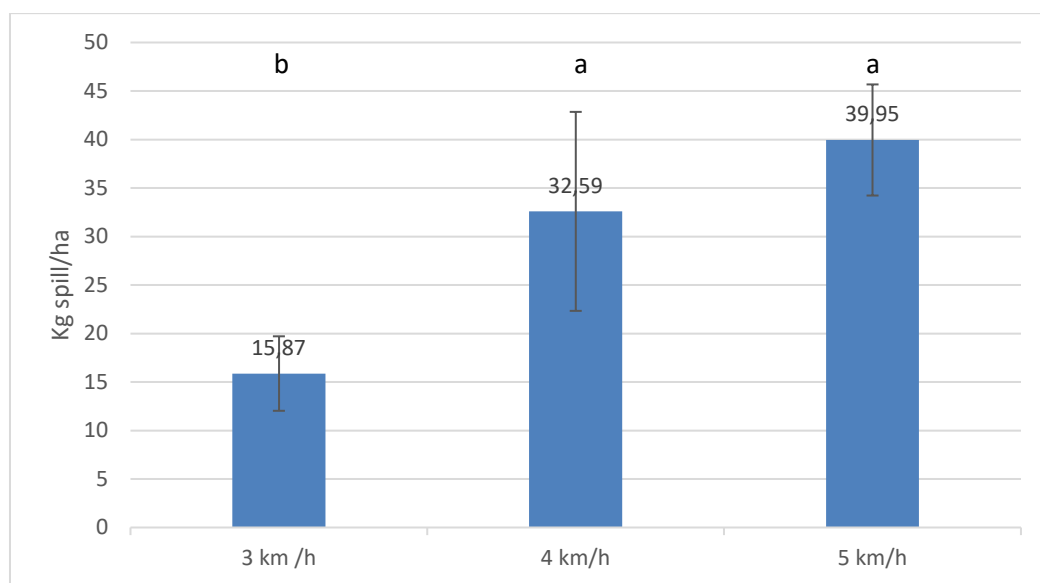
**Tabell 5. Jämförelse hur gårdarna har ställt in sina tröskor jämfört med Svensk Raps och trösktillverkaren New Hollands rekommendationer**

Inställning	Sv. Raps	Holland	Gård 1	Gård 2	Gård 3
Cylinderhast. (m/s)	23	39	25	21	18
Slagskoavstånd (mm)	3	4	6	10	13
Översåll (mm)	12	5	6	7	6
Undersåll (mm)	3	1,5	2	4	2

# RESULTAT

## Försöksresultat gård nr 1

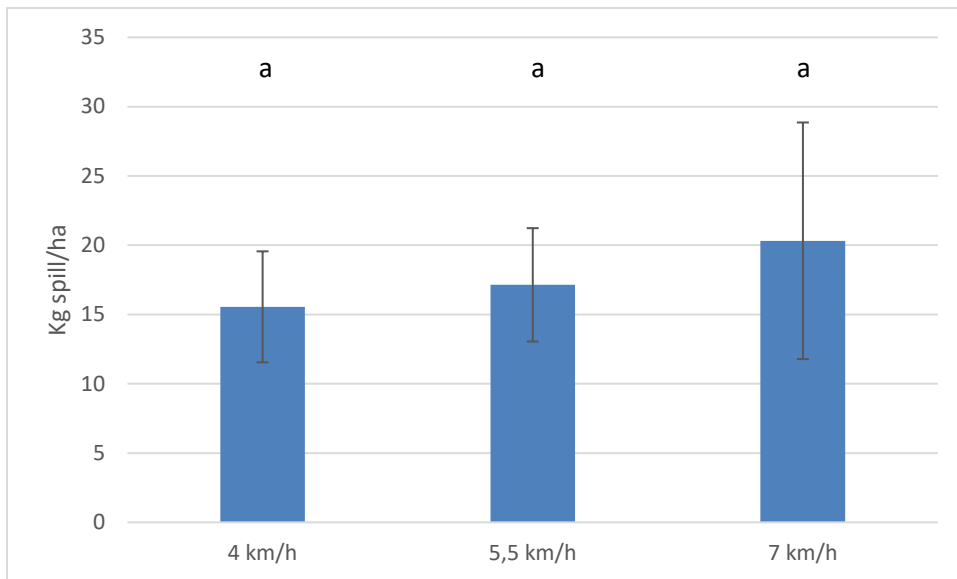
Resultatet från testet på gård 1 visar ökat spill vid ökad hastighet. 4 km/h som var lantbrukarens egna valda hastighet gav ett spill på 33 kg/ha. När tröskan istället kör i 3 km/h blir spillet 52 % lägre. När tröskan framförs i 5 km/h ökar spillet med 21 %. Den totala ökningen i spill från 3 km/h till 5 km/h är 24 kg/ha.



**Figur 4. Resultat av spill per ha på gård 1 (skakartröska). Olika bokstäver över staplarna anger en signifikant skillnad mellan leden på signifikansnivån 5 %.**

## Försöksresultat gård nr 2

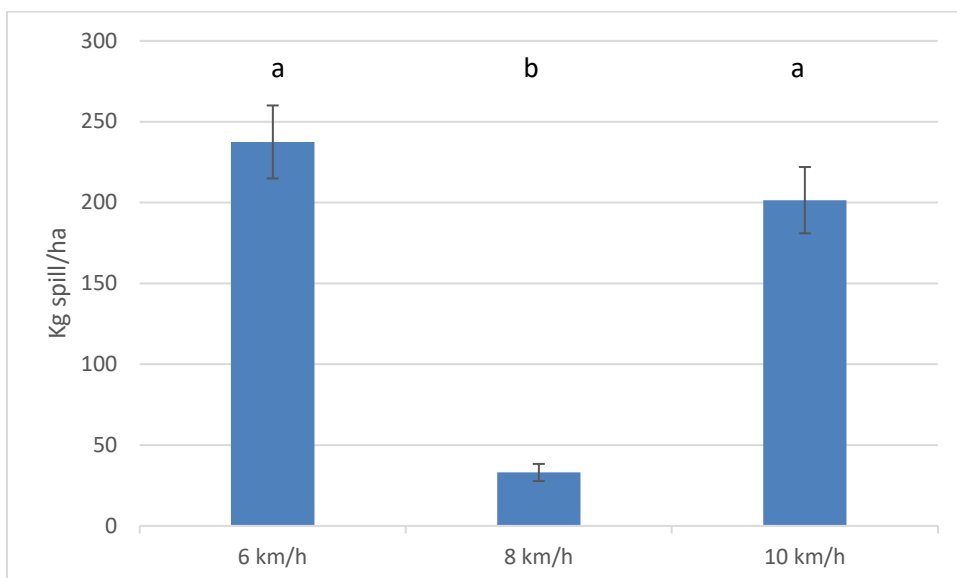
Resultatet av testerna på gård 2 visar på lägst spillökning sett i kg/ha vid ökad framkörningshastighet. När tröskan framförs i 5,5 km/h som var lantbrukarens valda hastighet spiller tröskan 17 kg/ha. När tröskan istället framförs i 7 km/h spillas 20 kg/ha en ökning med 18 % (ej signifikant resultat). När hastigheten istället sänks till 4 km/h så minskar spillet med 13 % (ej signifikant resultat). Detta är den tröskan som spiller absolut minst i sin ursprungshastighet och dessutom inte påverkas nämnvärt av om hastigheten ändras. Ökning av spillet från 4 km/h till 7 km/h är endast 4 kg/ha.



**Figur 5. Resultat av spill per ha på gård 2 (skakartröska). Ingen signifikant skillnad i spill mellan leden.**

### Försöksresultat gård nr 3

Resultat av testerna på gård 3 visar på mycket höga spill när inte lantbrukarens egna hastighet används. När lantbrukaren kör i sin valda hastighet 8 km/h, spiller tröska 33 kg/ha. Om hastigheten sänks till 6 km/h ökar spillet markant till 238 kg/ha, vilket är en ökning med över 700 %. Även om hastigheten ökas från 8 km/h till 10 km/h ökar spillet till 201 kg/h, vilket är en ökning med över 600 %.



**Figur 6. Resultat av spill/ha på gård 3 (rotortröska). Olika bokstäver över staplarna anger en signifikant skillnad mellan leden på signifikansnivån 5 %.**

## Sammanställning av försök

Tabell 6 visar för varje gård, med de två olika tröskprinciperna, vad varje hastighet har gett för spill i kg/ha, och i % av den uppskattade hektarskörden på 800 kg/ha och värdet av spillet i kr/ha.

**Tabell 6. Sammanställning av försöksresultatet från de tre gårdarna**

Gård	km/h	kg spill/ha	% spill/ha	kr/ha
Gård 1	3	15,9	2	223
	4	32,6	4	456
	5	39,9	5	559
Gård 2	4	15,6	2	218
	5,5	17,1	2	239
	7	20,3	3	284
Gård 3	6	237,5	30	3325
	8	33,0	4	462
	10	201,4	24	2820

## DISKUSSION

När spillförsök vid tröskning ska genomföras är det många faktorer som spelar in hur resultatet blir i slutändan. Yttre faktorer som vädret har en direkt roll om försöken ens går att genomföra. Vädret när försöken skulle genomföras under sommaren 2017 var besvärligt. Gård nummer 3 fick t.ex. tröska sin timotej något tidigare än planerat för väderprognosen visade på regn. Gård nummer 1 fick tröska innan alla strängar var helt torra. Delar av vissa strängar var tjockare och materialet fortfarande fuktigt. Detta gör att materialflödet inte blir perfekt genom tröskan. Det har varit stor skillnad i hur länge strängarna legat på varje gård, vilket påverkar hur länge axen har mognat. På gård nummer 1 låg strängarna i 11 dagar innan skörden påbörjades. På gård nummer 2 och 3 fick strängarna ligga i 4 respektive 5 dagar.

Vad är det då som påverkar hur tröskorna har spillt i försöken vid tröskning av timotej? Det har använts två olika typer av tröskor. Två stycken skakartröskor och en rotortröska. Eftersom tröskorna har haft samma tröskinställningar vid de olika hastigheterna har bara mängden material som passerat genom tröskan per tidsenhet ändrats. När mer material passerar genom en tröska finns det risk för att frön som är urtröskade ”bakas” in i halmen och inte får chansen att falla igenom. Speciellt sker detta om materialet är fuktigt. Detta leder till att fröna spillts från tröskan över skakarna eller från rotorn. Vid torra förhållanden kan det istället vara att man kör in för mycket material i tröskan, speciellt i en skakartröska kan materialet på skakarna blir alldeles för tjockt för att alla fröna ska hinna falla igenom. Till skillnad från en rotortröska där man med centrifugalkraften tvingar fröna igenom materialet. Därför kan en rotortröska klara större materialflöden utan större spill.

Kontroll av spill vid timotejtröskning är svårt eftersom fröna är svåra att hitta på marken. Spillindikatorer på tröskor är svåra att kalibrera efter småfröer och därför svåra att använd vid skörd av timotej. Det är möjligt att kontrollera sitt spill om man använder sig av dukar likt de som användes i denna studie för att kontrollera spillet. Men under skörd är det svårt som ensam tröskförare att klara av detta utan någon person som hjälper till. Framförallt om omställning av hack och bosspridare tar tid för att utföra ett spillprov, så blir det nog inte gjort.

Fläktens roll i rensverket är att blåsa bort lättare partiklar än fröerna. Därför är det viktigt att sållarna är rätt inställda efter rådande förhållande. Det är därför svårt att jämföra de olika ”fläktvarven” på tröskorna i försöken. Fläktens kapacitet beror på flera faktorer än bara vilket varvtal den snurrar med, så som utformning, mottryck, sållens yta och mängd material över sållarna. Rotortröskan på gård 3, som gav stort spill när hastigheten ändrades fick kanske en för stor blåsverkan genom sållarna, när hastigheten sänktes och mindre mängd material passerade över sållarna. Detta kan ha lett till att fröna blåste över sållarna. Tvärt om när hastigheten ökades och mera material gick över sållarna och luften inte räckte till för att hålla materialet ”svävande”. Därför är det svårt att ge några rekommenderade varvtal på fläkten. Istället skulle man kunna använda en givare som visar hur mycket luft fläkten blåser (t.ex. m<sup>3</sup> luft per min) genom sållarna för att kunna jämföra olika tröskors fläktvarv. Enklart när man ska ställa in fläktens hastighet är att blåsa med en liten luftmängd först, så att inget spill uppstår. Varvtalet ska sedan höjas till ett acceptabelt spill och renhet i tanken uppnås.

Rotortröskan på gård 3 har gett större spill, än de två skakartröskorna, när den inte framfördes med lantbrukarens normala hastighet. Rotortröskan har vid spannmålsskörd störst kapaciteten av de tre tröskorna som ingått i studien. Enligt (Quick, 1999) behöver en rotortröska ett visst

materialflöde när den spiller som minst (se även figur 1). Detta till skillnad från en skakartröska som spiller mer ju större materialflödet blir. Försöket visar att lantbrukaren på gård 3 hittat och använt den hastighet (8 km/h) som tröskan spiller minst vid. Denna tröska använde ett rotorvarv på 18,3 m/s. Svensk Raps rekommenderar 20–25 m/s och New Holland rekommenderar 39 m/s för en rotortröska. Om tröskan på gård 3 hade använt sig av ett högre rotorvarv vid den höga körhastigheten hade kanske spillet blivit lägre om spillet kommer från rotorn. Detta har tyvärr varit omöjligt och ta reda på under försöket var spillet kommer ifrån.

När alla försöksresultaten nu är sammanställda visar det sig att ingen tröska är den andra lik. Generellt sett så ökar spillet om man ökar hastigheten, förutom rotortröskan på gård 3, där spillet även ökade när tröskhastigheten sänktes. Skakartröskan på gård 2 fick endast en marginell skillnad i spillet när tröskhastigheten ändras.

Odlare av timotejfrö behöver bli mera medvetna om hur mycket de spiller vid tröskningen och göra det bästa beroende på de förutsättningar som råder vid tröskningen. Förutsättningarna påverkas i stor grad hur vädret är under skörd och har varit innan skörden startat.

Om försöket skulle göras om och förbättras skulle antalet upprepningar för varje körhastighet utökas och genom att slumpa ut dessa hastigheter i tre eller fyra block skulle resultatet från spillförsöken bli säkrare. Även fler tröskor, både skakar- och rotortröskor, skulle vara intressant att studera, för att undersöka om spillet mer generellt följer teorin enligt (Quick, 1999). Optimalt hade även varit om man hade kunnat göra tester vid olika tidpunkter under en dag, för att se hur mycket spillet varierar under dagen med tröskgodsets vattenhalt.

## Slutsatser

- Spillet har ökat när tröskhastigheten har ökat från lantbrukarens egna valda körhastighet.
- Rotortröskan i försöket visar att den kräver ett visst materialflöde för att spilla minimalt.
- Både skakartröskorna och rotortröskan i försöket har betett sig som teorin anger när materialflödet ändras.
- Lantbrukarna har använt sig av ett större slagskoavstånd än rekommenderat för trösktypen.
- Användandet av spilldukar vid försöken fungerar bra, men det kräver att minst två personer hanterar dukarna för att det inte ska ta för lång tid.
- För att lättare kunna jämföra hur olika fläkvarv påverkar spillet skulle man istället använda sig av hur stor volym luft en fläkt blåser genom sållen per tidsenhet.

## REFERENSER

- Biärsjö, J. (2000). Vallfrötröskning – några tips... *Svensk Frötidning* nr 5. Utan ort.
- Dahlqvist, T. (1997). Luftning/torkning av vallfrö. *Svensk Frötidning* nr 5. Svalöf Weibull AB.
- Dahlqvist, T. (2017). Odlingsrådgivare Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare (SFO). Pers, med, April-Nov 2017
- Fogelfors, H. (2015). Vallar, beten och grönfoderväxter. I: Fogelfors, H. (red) *VÅR MAT Odling av åker- och trädgårdsgrödor*. Lund: Studentlitteratur, ss. 353-382
- Kutzbach, H. D. Quick, G. R. (1999). Harvesters and Threshers. I: Stout, Bill A. (red). *CIGR Handbook of agricultural engineering*. Texas A&M University. USA: American Society of Agricultural Engineers, ss. 311-346.
- Helleberg, B. (1997). Direkttröska rapsen!. *Svensk Frötidning* nr 6. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Holland, N. (2007) *Operator's manual New Holland CR*. CNH UK Ltd. England: Cranes Farm Road , Basildon. Essex SS14 3AD. Print No 87541657.
- Hörndahl, T. (2016). *Skörd av spannmål*. I: Kurskompendie i Växtproduktionens teknik TN0312. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Jordbruksverket. (2016). Kvalitetskrav vid certifiering av utsäde av vallväxter och foderväxter. *Jordbruksverket.se*.  
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/utsadeochsorter/vadfarduvidkopavcertifieratutsade/detaljerutsadevallochfodervaxter.4.67e843d911ff9f551db8000558.html> Den 9 Okt 2017
- Niléhn, A. (2002). *Rotorteknik vanligare när tröskorna blir större*. Hämtat från: atl.nu:  
<http://www.atl.nu/teknik/rotorteknik-vanligare-nar-troskorna-bliir-storre/> Den 12 Okt 2017
- Niléhn, A. (2013). *Skakartröska populärast*. Hämtat från:  
<http://www.lantbruksnytt.com/skakartroskan-popularast/>. den 12 Okt 2017
- Skyggeson, F. (2015). *Skörd av rödklöverfrö*. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet. Lantmästare Kandidatuppsats 15 hp.
- Svensk Raps. (2013). TIMOTEJ – Odlingsvägledning. *Svensk Frötidning*. Utan ort.
- Sörensen, H. H. (2008). Gräsfrötröskningens sköna konst. *Svensk Frötidning* nr 4.
- Sörkvist, L. Helleberg, B. Malmström, L. Neuman, L. (2000). Maskiner för skörd. I: *Jordbrukets Fältmaskiner*. Natur och Kultur/LTs förlag, ss. 97-139



# BILAGA 1

## Rådata efter rensning

Projektarbete för SFO, Arvid Ivehag

Prov nr	Lantbruksre	km/h	upprepn. Nr	orensad vara, g	rensad vara, g
1	HR	3	1	279,5	6
2	HR	3	2	475	8,5
3	HR	3	3	520,5	9,5
4	HR	3	4	517	6
5	HR	4	1	354,5	12,5
6	HR	4	2	770,5	45
7	HR	4	4	583,5	19,5
8	HR	4	3	479,5	12
9	HR	5	1	421,5	11,5
10	HR	5	2	548,5	20
11	HR	5	3	536	22
12	HR	5	4	578,5	22
13	S-E	4	1	100,5	2
14	S-E	4	2	254	8
15	S-E	4	3	167,5	6
16	S-E	4	4	200,5	8,5
17	S-E	5,5	1	143	4
18	S-E	5,5	2	522	10
19	S-E	5,5	3	307	5,5
20	S-E	5,5	4	268,5	7,5
21	S-E	7	1	104,5	4
22	S-E	7	2	456	7
23	S-E	7	3	435	14,5
24	S-E	7	4	218,5	6,5
25	MH	6	1	393	59,5
26	MH	6	2	1065,5	128
27	MH	6	3	579	105
28	MH	6	4	761	106,5
29	MH	8	1	231	7,5
30	MH	8	2	390,5	12,5
31	MH	8	3	615,5	18,5
32	MH	8	4	379,5	17
33	MH	10	1	349,5	46
34	MH	10	2	1019,5	97
35	MH	10	3	958	109,5
36	MH	10	4	375	86

Samtliga prover är likadant rensade. D v s först 2 ggr lilla skakbordet. Övre såll 0,5 runda nedre såll 2,0 runda. Därefter 2 ggr genom aspiratör (läge 1,6).

Halmen från MH verkade vara hackad, vilket gjorde att det kom med lite mer avrens där.

Vi testade att köra det sammanslagna 8 km/h-provet från MH över skakbordet ytterligare 2 ggr.

Den första gången försvann 1 g, den andra gången försvann ytterligare 1 g. Det mesta som rensades bort vid denna extrakörning var halm, men även något enstaka frö for med ut.

Detsamma gäller samlingsprovet från 10 km/h MH. 1 g rensades bort vid första extrakörningen, ytterligare 1 g vid andra omkörningen.

Angående de vikter som redovisas ovan i tabellen är proverna behandlade lika.