



Examensarbete inom Lantmästarprogrammet

**DRAGKRAFT OCH VIBRATION FÖR TVÅ
OLIKA HJULUPPHÄNGNINGAR PÅ
VÄDERSTAD RAPID SÅMASKINER**

**TRACTIONPOWER AND VIBRATION FOR
TWO DIFFERENT WHEEL SUSPENSIONS ON
VÄDERSTAD RAPID DRILL MACHINES**

Carl Andersson och Christian Gustavsson

Handledare: Johan Nilsson

Examinator: Jan-Eric Englund

Sveriges lantbruksuniversitet

Alnarp 2007

FÖRORD

Lantmästarprogrammet är en tvåårig högskoleutbildning vilken omfattar 80 poäng. En av de obligatoriska delarna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan vara ett mindre försök som utvärderas, eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst fem veckors heltidsstudier (5p).

Vår tanke med detta arbete var från början att ta reda på hur mycket lättare en Offset maskin är att dra i jämförelse med en ”Rakhjuling”. När vi sedan tog kontakt med Bo Stark på Väderstad tyckte han att när vi ändå höll på skulle vi även mäta vibrationerna i maskinerna och av det få en relevant del av en eventuell utvärdering.

Vi har valt att göra detta examensarbete som ett praktiskt fältförsök, vilket vi själva har utformat och genomfört med hjälp av Väderstad AB, Johan Nilsson och Jan-Eric Englund.

Alla personer och företag som varit delaktiga i detta försök vill vi rikta ett stort tack till för att ni ställt upp med redskap, traktorer, mark samt information.

Väderstad AB: Bo Stark, Lars Thylén och Henrik Gunnarsson.

Maskingruppen Staffanstorps: Johan Knutsson

Alnarps egendom: Leif Bengtsson

Lönnstorps försöksstation

Skarrie gård: Mikael Rönnholm

Rolf Gustavsson (lantbrukare)

Alnarp i maj 2007

Carl Andersson & Christian Gustavsson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	1
SAMMANFATTNING	2
SUMMARY	3
INLEDNING	4
BAKGRUND	4
SYFTE	4
AVGRÄNSNINGAR	5
MATERIAL OCH METOD	6
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	8
FÖRSÖKSLED	8
INSTÄLLNINGEN AV MASKINERNA	10
RESULTAT	11
DISKUSSION	17
SLUTSATSER	18
REFERENSER	19
MUNTLIGA	19
BILAGA	20
INTERVJU MED MIKAEL RÖNNHOLM	20

SAMMANFATTNING

I vår försöksstudie har vi jämfört två såmaskiner av märket Väderstad Rapid. Jämförelsen ligger i skillnaden i dragkraftsbehov samt vibrationer i vertikal ledd. Maskinerna är utrustade med två olika system av återpackningshjul. På den ena maskinen, som vi valt att kalla "Rakhjuling", sitter hjulen parallellt bredvid varandra och på den andra maskinen som har Offsetutrustning sitter vartannat hjul förskjutet ca ¼ av däckdiametern. Båda maskinerna har 3 meters arbetsbredd.

Försöksfälten är bearbetade på tre olika sätt. En bearbetning är gjord med plog utrustad med Packomat, vilket är en tillpackare som sitter fast monterad på plogen och har en rad stålringar samt en efterharv. En andra bearbetning är gjord med Kongskilde Delta kultivator, vilket är en kultivator med gåsfötter samt ribbvält för återpackning. Den tredje typen av bearbetning är gjord med en Väderstad Carrier, vilket är en form av tallriksplog med en återpackarvält gjord i stål. Jordarterna på försöksfälten är lättlera och sandjord.

Våra försöksresultat visar att Offsetmaskinen är lättare att dra fram på jordar som är lösa eller som har ojämnheter i markytan. Om fältet är väl återpackat samt jämnt, fann vi ingen skillnad maskinerna emellan.

För att kontrollera att våra resultat bekräftas av praktisk användning av de två maskinerna har vi bifogat en intervju med lantbrukare Mikael Rönnholm. Mikael brukar Skarrie gård utanför Sjöbo och hade tidigare en Rakhjuling, men bytte för två år sedan till en Offsetmaskin.

SUMMARY

In our study, we compared two different drill machines of the label Väderstad Rapid. The comparison is in the difference in the traction power and the vibrations in vertical direction. The two machines have different equipment to compress the soil behind the sowing drills. On the machine that we have chosen to call “Rakhjuling”, the compressing wheels are placed in a parallel line and on the machine that is named Offset they are displaced with about $1/4^{\text{th}}$ of the diametral of the wheels. Both machines have the working width of 3 meters.

We cultivated the testfields in three different ways. The first type of cultivation was made with a plow equipped with a Packomat, which is a furrowpacker that is attached to the plow. The second type of cultivation was made with a Kongskilde Delta Cultivator which is a cultivator with ducksfoot shares and Väderstad Carrier, which is a disc plough. The soil of the testfields was average clay and sand.

Our test results show that the Offset is easier to pull forward in soils which are porous or have a rough surface. If the test field was well compressed after cultivation, no difference was shown.

To make sure that our test results are the same as what users with experiences of both machines have, we attached an interview with Mikael Rönnholm to the report. He is a farmer outside Sjöbo and he used to own a “Rakhjuling”, but since two years he is an owner of an Offset.

INLEDNING

BAKGRUND

Med tanke på stigande dieselpriser och sjunkande lönsamhet i spannmålsodling har vi tänkt att med detta arbete göra en grundlig undersökning av Väderstads såmaskiner. Det vi vill undersöka är om det finns något sätt att spara energi vid sådd. Den äldre, s.k. raka hjulupphängningen, kallar vi här för "Rakhjuling" (Figur 1). Väderstad har kommit med en ny sorts hjulupphängning för återpackningshjulen som kallas Offset (Stark, pers. medd., 2006) (Figur 2), och vi vill jämföra denna med den raka hjulupphängningen.



Figur 1. Rakhjuling

Figur 2. Offsethjul

Rapidmaskinerna har genom åren haft problem med att lös jord har haft en tendens att fösas framför återpackningshjulen och på det sättet bidra till att maskinen gått tyngre (Thylén, pers. medd., 2006). Vi vill nu undersöka om man har lyckats råda bot på detta, genom att tillverka de nya offsethjulen.

Ett annat moment vi har valt att undersöka är om det nyare systemet gör att maskinen går jämnare över fältet och inte påverkas av ojämnheter i marken.

SYFTE

Syftet med vårt arbete är att jämföra de två olika upphängningssystemen för återpackningshjulen på två såmaskiner av typen Rapid. De två systemen jämförs med avseende på dragkraftsåtgången och vibrationer i vertikal ledd.

AVGRÄNSNINGAR

I våra försök har vi valt att endast jämföra hur mycket åtgången i dragkraft skiljer sig mellan maskinernas återpackningshjul samt hur mycket vibrationer de utsätter maskinen för. Vid fältförsöken användes därför inte maskinernas bearbetningsredskap. Under vårt försök valde vi också att inte så med maskinerna och därmed tas heller ingen hänsyn till skillnaderna i uppkomst.

Med anledning av den svåra väderleken under hösten – 06 samt begränsningar i tid så gjordes inte fler försök än de vi presenterar, vilket hade varit av värde för att erhålla resultat på fler jordar och bearbetningar. Då hade eventuellt slutsatsen att en av maskinerna går lättast att dra fram, utslaget på många jordar och bearbetningstyper kunnat göras.

Vi har inte tagit någon hänsyn till eventuella kostnader som t.ex. inköpspris, diesel och reservdelskostnader för att fram den bästa maskinen ur ekonomisk synpunkt. Detta pga. att arbetet skulle bli för omfattande.

MATERIAL OCH METOD

Vi beslutade oss för att vi skulle jämföra maskinerna på olika jordarter. Valet föll då på en lättlera samt en lätt sandjord. Då maskinerna skulle testas på ett sätt som passade gårdarnas normala brukningsmetoder, beslutade vi oss för att köra med två olika jordbearbetningsmetoder på varje gård, vilket speglar den normala bearbetningen.

Den första gården var Alnarps Egendom strax utanför Burlöv där jorden är en lättlera. Den normala jordbearbetningen på Alnarp är att man plöjer med plog utrustad med tiltskärare och därefter sår man med Rapid (Bengtsson, pers. medd., 2006). Med tanke på jordens styvhet beslöt vi därför att vi även skulle köra med en Väderstad Carrier, då det är den mest relevanta jordbearbetningen på den jordarten. Vi bestämde oss för att köra två överfarter med Carriern på ungefär 8-10 cm djup (Figur 5).

Tyvärr uteblev mätresultaten för plöjd bearbetning på Alnarpsegendom p.g.a. ett tekniskt fel på mätutrustningen.

Den andra gården var Skarrie Gård strax väster om Sjöbo. Den normala jordbearbetningen på Skarrie Gård är plöjning med plog utrustad med Kverneland Packomat efter vilken man sår med Rapid (Rönholm, pers. medd., 2006) (Figur 7). På Skarrie gård valde vi även att köra med en Kongskilde Delta kultivator. Vi körde en överfart med ett djup av ungefär 15-20 cm (Figur 8).

Då grundvikten på de två såmaskinerna skilde sig så lade vi vikter på Offsetmaskinen, som var den lättare av maskinerna, så att de båda fick samma grundvikt och viktfordelning (Figur 3).



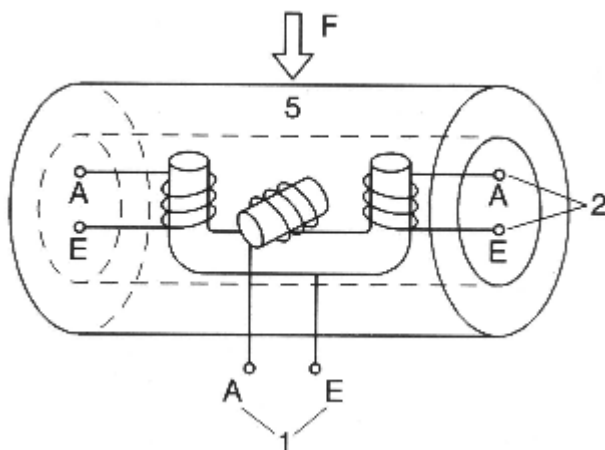
Figur 3. Vikter lades på den lättare maskinen.

För att mäta dragkraften så använde vi en elektronisk dragbult som sattes i traktorns lantbruksdrag (Figur 4) och för att mäta vibrationerna så användes en accelerometer, vilken monterades strax bakom sålådan, ovanför återpackningshjulen.

Efter avslutade mätningar bearbetade vi resultaten i en variansanalys (på nivån 5%) för att statistiskt säkerställa om en signifikant skillnad fanns mellan försöksleden eller inte.



Figur 4. Bult för dragkraftsmätning



Figur 5. Sprängskiss över dragbulten.

I den ena änden av den elektroniska dragbulten läggs en bestämd spänning. Beroende på hur stor belastning som bulten utsätts för så ökar eller minskar spänningen. Den utgående spänningen mäts sedan i den motsatta änden på bulten. Med hjälp av de värden som erhålls kan sedan dragkraftsåtgången beräknas.

FÖRSÖKSUPPLÄGGNING

Försöksområdena var ungefär 35 gånger 100 meter. Varje drag var 3*100 meter. Maskinen är tre meter bred och ett mellanrum på ca 2 dm lämnades mellan varje kördrag för att minska påverkan dragen emellan.

Dragen inom försöksrutorna slumpade vi ut enligt en slumpstalstabelle för att undvika regelbundet återkommande variationer i fält. När försöksdragen genomfördes så eftersträvades att framföringshastigheten skulle vara 10 km/h. Mätning gjordes endast då konstant hastigheten var uppnådd.

FÖRSÖKSLED

Nr.1: Alnarp. Väderstad Carrier arbetsdjup 8-10 cm, 2 överfarer körda korsvis i förhållande till försöksdragen.



Figur 6. Carrierbearbetat fält i Alnarp

Nr.2: Alnarp. Plöjt. Uteblivet resultat

Nr.3: Skarrie. Plöjt 25 cm, Packomat. Såmaskinen påviktad 1700 kg



Figur 7. Plöjt fält i Skarrie

Nr.4: Skarrie. Kultiverat med Kongskilde kultivator 15-20 cm. Såmaskinen påviktad 1700 kg



Figur 8. Kultiverat fält i Skarrie

INSTÄLLNINGEN AV MASKINERNA

De maskiner vi använde var två stycken tremeters Väderstad Rapid. Eftersom vi enbart skulle mäta dragkraftsbehovet från såmaskinens bärhjul, bestämde vi att vi skulle köra maskinerna utan förredskapen i marken och billarna så nära marken som möjligt utan att de gick i (Figur 9). Om billarna skulle ligga emot tallrikarna olika mycket, skulle det påverka dragkraftsåtgången avsevärt och ge ett oanvändbart resultat. Även efterharven var i transportläge vid mätningarna. Det skulle vara i princip omöjligt att ställa maskinerna på samma arbetsdjup.



Figur 9. Tallrikarna ställdes för att gå strax ovanför markytan

RESULTAT

Siffrorna för belastning i tabellerna för rådata baserar sig på medelvärden för varje kördrag. Vibrationerna är standardavvikelsen från noll och enheten är g.

Försöksled 1

Drag	km/h	belastning kN	Vibrationer (stdav)
Off	10,3	0,970	0,085
Off	10,3	0,999	0,088
Rak	10,5	1,287	0,107
Rak	10,6	1,247	0,106
Off	10,6	1,000	0,083
Rak	10,5	1,220	0,107
Off	10,8	0,966	0,080
Rak	10,3	1,238	0,101
Rak	10,7	1,254	0,091
Off	10,9	0,981	0,077
medel Off	10,6	0,983	0,082
medel Rak	10,5	1,249	0,102

Förklaring:

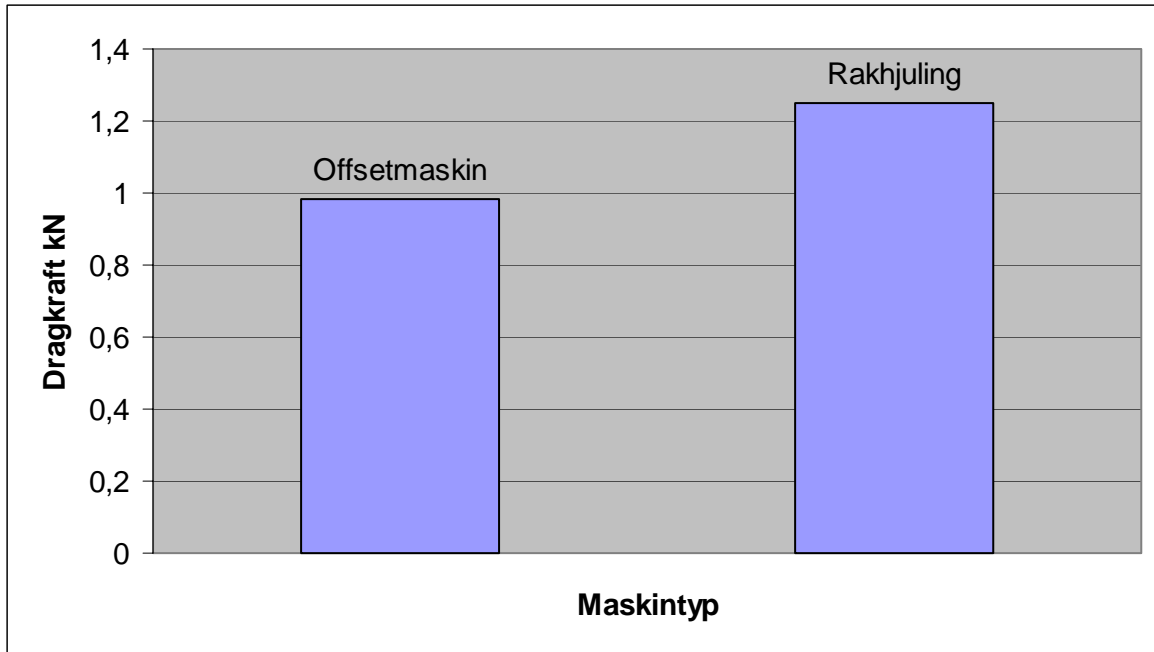
Kolumn 1 visar vilken ordning maskinerna körts.

Kolumn 2 visar hastighet (km/h).

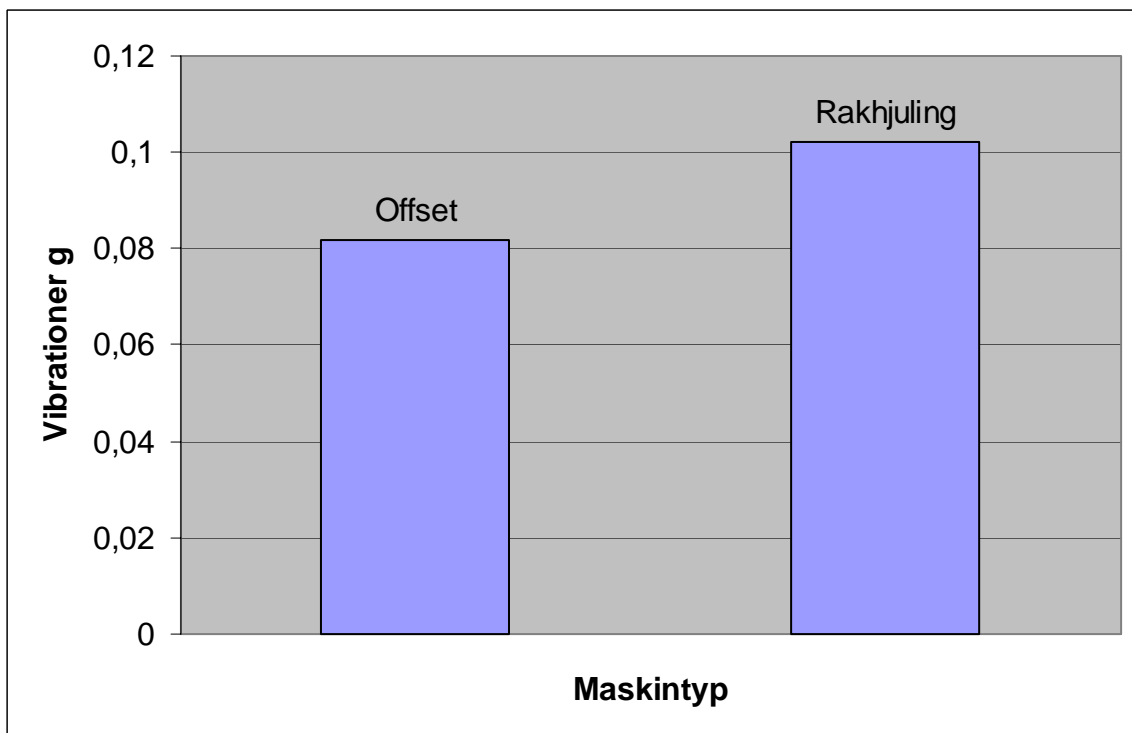
Kolumn 3 visar belastning (kN)

Kolumn 4 visar vibrationernas standardavvikelse (g)

Medelvärden från försöksplan 1



Figur 10. Medelvärden av dragkraft för försöksplan 1.



Figur 11. Medelvärden av vibrationernas standardavvikelse för försöksplan 1.

Beräkningarna visar på en signifikant skillnad i dragkraftsbehov. Rakhjulingen går 27% tyngre vid denna försöksplan

Beräkningarna visar på en signifikant skillnad i vibrationerna. Rakhjulingen vibrerar 24% mer än Offsetmaskinen.

Försöksled 2.

Resultat uteblev.

Försöksled 3.

Drag	km/h	Dragkraft kN	vibrationer (stdav)
Rak	7,0	0,478	0,031
Off	8,6	0,255	0,028
Rak	6,9	0,694	0,028
Rak	8,3	0,743	0,036
Off	8,3	0,117	0,025
Off	8,6	0,452	0,030
medel Off	8,5	0,275	0,027
medel Rak	7,4	0,639	0,031

Förklaring:

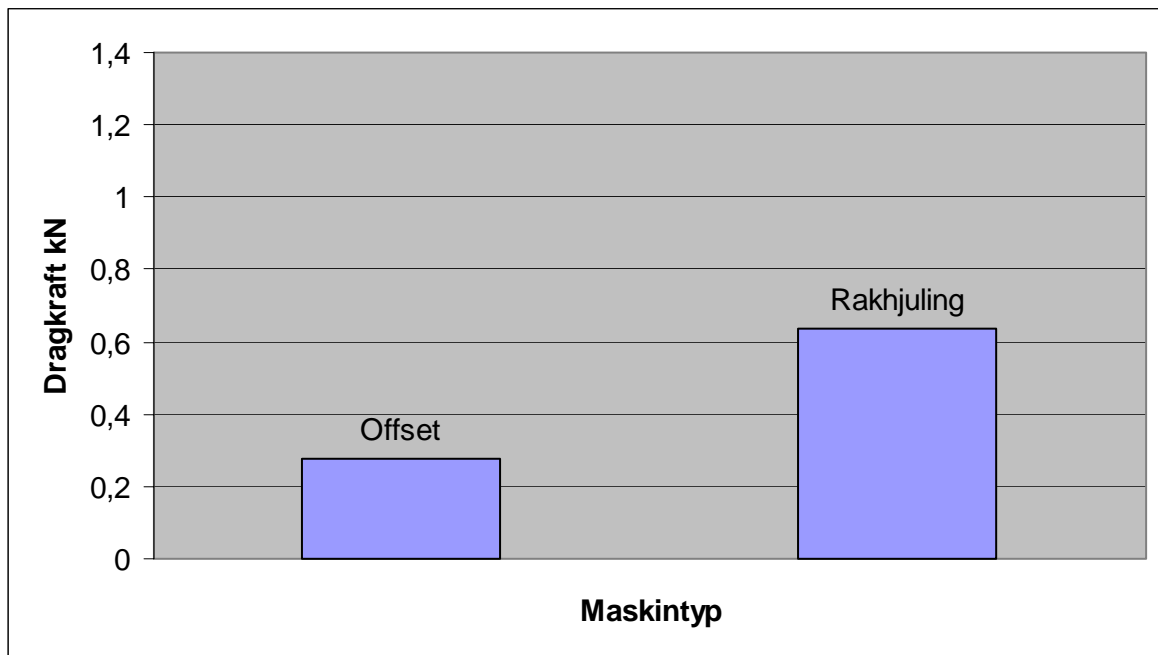
Kolumn 1 visar vilken ordning maskinerna körts.

Kolumn 2 visar hastighet (km/h).

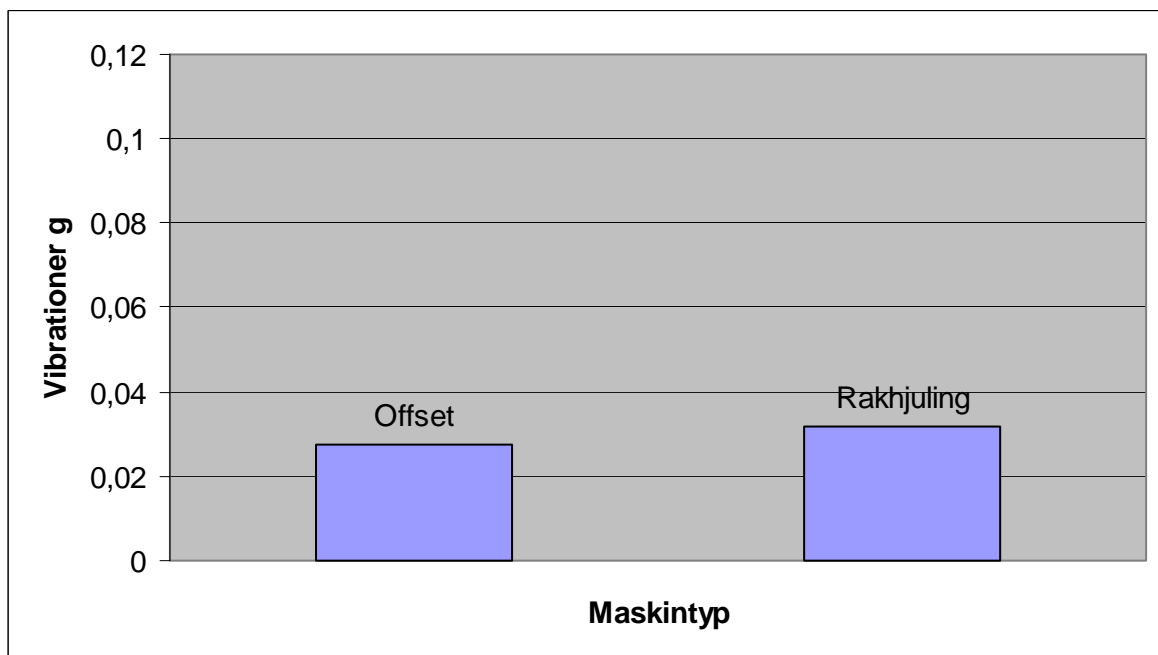
Kolumn 3 visar belastning (kN)

Kolumn 4 visar vibrationernas standardavvikelse (g)

Medelvärde försöksplan 3



Figur 12. Medelvärden av dragkraft för försöksplan 3.



Figur 13. Medelvärden av vibrationernas standardavvikelser för försöksplan 3.

Beräkningarna visar dock på en signifikant skillnad i dragkraftsbehov. Rakhjulingen går 132 % tyngre än Offsetmaskinen.

Beräkningarna visar inte någon signifikant skillnad i vibrationer.

Försöksled 4

Drag	km/h	dragkraft/kN	Vibrationer (stdav)
Off	10,6	0,684	0,061
Rak	10,0	0,555	0,059
Off	10,4	0,608	0,071
Rak	10,3	0,933	0,061
Rak	10,4	0,547	0,069
Off	10,7	0,621	0,057
Rak	10,1	0,632	0,069
Off	10,6	0,626	0,054
Off	10,4	0,639	0,061
Rak	10,4	0,472	0,059
medel Off	10,5	0,636	0,0608
medel rak	10,2663	0,6278	0,0634

Förklaring:

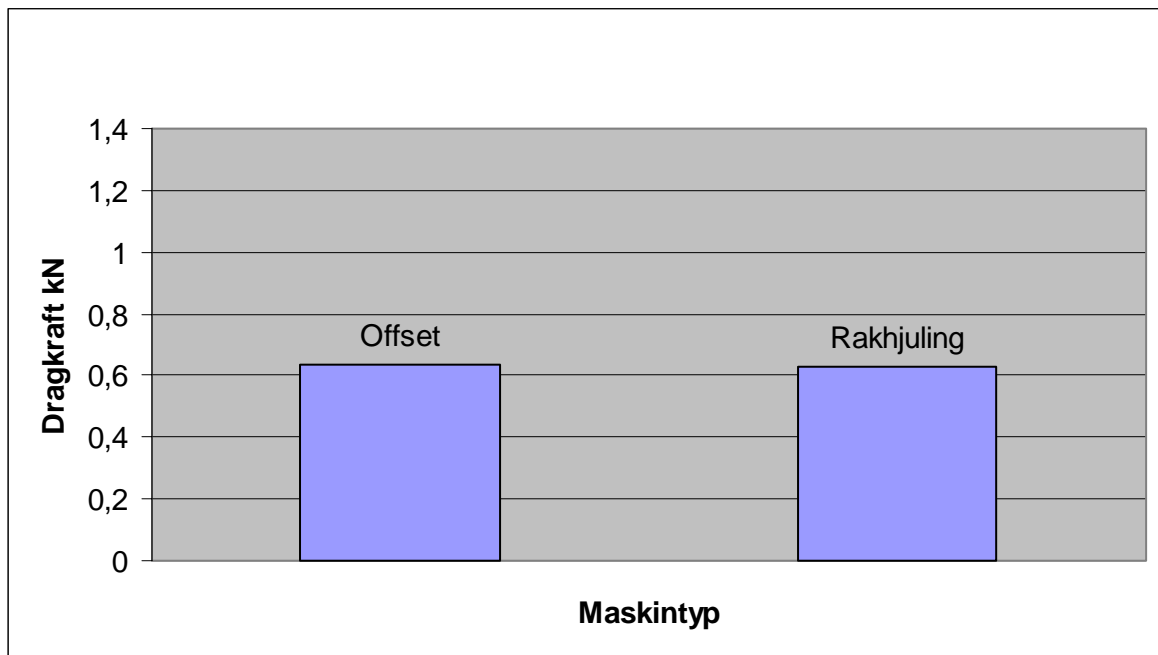
Kolumn 1 visar vilken ordning maskinerna körts.

Kolumn 2 visar hastighet (km/h).

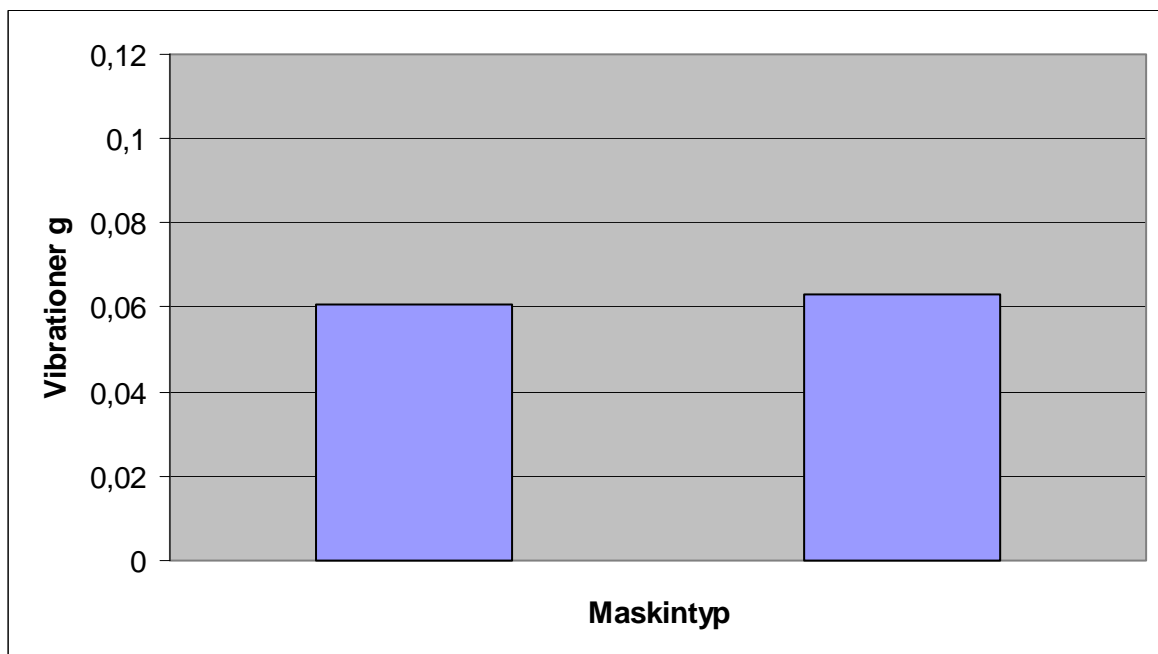
Kolumn 3 visar belastning (kN)

Kolumn 4 visar vibrationernas standardavvikelse (g)

Medelvärde försöksplan 4



Figur 14. Medelvärden av dragkraft för försöksplan 4.



Figur 15. Medelvärden av vibrationernas standardavvikelser för försöksplan 4.

I detta försök fann vi ingen signifikant skillnad, varken på vibrationer eller dragkraft.

DISKUSSION

Vi diskuterar varje försöksled för sig.

Försöksled 1: I detta försöksled fann vi att en signifikant skillnad råder på dragkraft samt vibrationer, i båda fallen till Offsetmaskinens fördel. Vid körning på Carrierbearbetad jord var vibrationerna tydliga troligen p.g.a. underlaget var stumt, trots att det var bearbetat för sådd. Bearbetningen var grund vilket inte gav någon lös jordmassa och därför registrerades ojämnheter i ytan tydligt. En djupare bearbetning utjämnar ojämnheter som uppstått i marken under växtsäsongen. Vi tror att skillnaderna till Offsetmaskinens fördel beror på att den inte är lika känslig för ojämnheter i marken. Skälet till det är att återpackningshjulen är utspridda över en större yta än de är på en maskin med rak upphängning. Den blir då okänsligare för ojämnheter lika de som finns efter Carrierbearbetningen. När en maskin påverkas av ojämnheter i marken blir den också tyngre att dra eftersom traktorn måste dra upp maskinen ur svackor och över höjder.

Försöksled 2: Uteblivet resultat.

Försöksled 3: På det plöjda försöksområdet på Skarrie gård visade resultatet från variansanalysen att det fanns en signifikant skillnad mellan maskinernas dragkraftsbehov. Offsetmaskinen gick lättast av de båda maskinerna. Skillnaden var dock inte signifikant när det gäller vibrationer. Att resultatet blev så bör bero på att maskinen med rak hjulupphängning föser den lätta jorden framför återpackningshjulen. Den plöjda jorden på Skarrie gård var väldigt jämn och lucker vilket tillåter detta. Offsetmaskinen verkar släppa igenom den lösa jorden på ett annat sätt än Rakhjulsmaskinen.

Försöksled 4: På det kultiverade försöksområdet på Skarrie gård fann vi att ingen signifikant skillnad råder mellan maskinerna, varken med avseende på dragkraft eller vibrationer. Det beror troligen på att försöksområdet var väldigt jämt samt väl återpackat. Det jämna fältet gör att endast små vibrationer uppstår. Fösningen av jord framför återpackningshjulen uppstår inte pga. att marken är väl återpackad. Därför går maskinerna lika lätt att dra fram.

SLUTSATSER

Om ett fält är jämnt samt väl återpackat, föreligger det ingen skillnad mellan de två maskiner vi jämfört. Det beror förmodligen på att varken vibrationer eller fösning uppstår vid sådana förhållanden. Vid förutsättningar med lucker jord kan Offsetmaskinens fördel med ett genomsläppligare system av återpackningshjul tydligt påvisas. Jorden passerar mellan återpackningshjulen medan den på maskinen med rak upphängning föser jorden framför hjulraden. Offsetmaskinens system för återpackning har också fördelar om fältet är ojämnt, har bearbetats grunt och har en hård såbotten. Eftersom Offsetmaskinen återpackar på ett större område, gör det att den är okänsligare för de ojämnheter som då uppstår. Följden av mindre vibrationer är att dragkraftsbehovet minskar. En maskin som är okänsligare för ojämnheter kräver lägre energi för att dras fram.

De slutsatser vi kunnat göra då vi bearbetat materialet i våra försök stöds av Mikael Rönnholms upplevelser vid praktisk användning, främst de som gäller vibrationer. Att det var en tydlig skillnad mellan maskinerna i vibrationer uppmärksammade vi också vid försökskörningen. Vad det gäller dragkraften kan vi inte annat än hålla med Mikael i att återpackningshjulen endast står för en mindre del i det totala behovet. Men då vibrationerna också är kopplade till dragkraften och påverkar den i stor utsträckning så bedömer vi att Offsetmaskinen har en klar fördel i både vibrationer och dragkraft. Läger man sen till hållbarhetsaspekten samt förarmiljö, så talar också mycket för det nyare systemet.

REFERENSER

MUNTliga

Bengtsson, Leif, driftsledare Alnarps egendom, Alnarp, September 2006.

Stark, Bo, marknadschef norden, Väderstadverken, Väderstad, September 2006.

Thylén, Lars, Väderstadverken, Väderstad, Oktober 2006.

BILAGA

INTERVJU MED MIKAEL RÖNNHOLM

– Vad upplever du som den största skillnaden mellan din gamla Rakhjulsmaskin och din nyare Offsetmaskin?

– *Vid provkörning av Offsetmaskinen ställde jag mig därbak på plattformen ovanför återpackningshjulen. Jag tyckte att det kändes tydligt att maskinen inte hoppade lika mycket som min gamla maskin när man körde över tuvor och andra ojämnheter. Speciellt påtagligt var det när man körde över plöjfårar tycker jag, den gamla maskinen kunde få traktorn att nästan stanna ibland.*

– Upplevde du någon skillnad i dragkrafts åtgång?

– *Det kan jag inte säga att jag gjorde. Offsethjulen orsakar ju bara en mindre del av dragkraftsbehovet om man ser till det totala, men på mina sandjordar upplever jag att Offsethjulingen föser betydligt mindre jord framför sig än min gamla maskin och det måste ju påverka dragkraftsåtgången åt rätt håll. Alla förändringar i sådan riktning är välkomna tycker jag.*

– Har du uppmärksammat några skillnader maskinerna emellan i uppkomstresultat?

– *Nej, det har jag inte gjort. Jag har i och för sig inte tittat efter några heller. Hur uppkomstresultatet skulle påverkas kan jag inte se.*

– I vilka typer av bearbetning använder du din maskin?

– *Eftersom jag kör och sår en hel del borta också, så blir det väldigt varierat. Somliga kunder vill få sått direkt i plöjt jord och andra fält är harvade och jämna som "salsgolv". Olika jordtyper blir det också dock inga styva leror, för det finns inte i mitt område.*

– Återkommer skillnaderna mellan maskinerna även då?

– *Det tycker jag att de gör men i olika grad beroende av bearbetning såklart.*

– Vad är då det mest positiva med att vara ägare till en offsetmaskin i jämförelse med Rakhjulingen?

– *Miljön för föraren tycker jag. Offsetmaskinen rycker och slår inte lika mycket i traktorn utan den flyter fram på ett helt annat vis och i det långa loppet tror jag att det kan göra stor skillnad i hållbarhet på både såmaskin och traktor*