

Arbetsrapport nr	<b>555</b>	År	<b>2003</b>
Titel	<b>Dragkraft och virkes- skador med fyra typer av matarvalsar</b>		
Titel 2			
Författare	Ulf Hallonborg, Paul Granlund & Berndt Nordén.		
Programtillhörighet	Driftsteknik		
Färdigställd av	BEBA		
Anm.			
Framsidesbild nedan			
Foto/Illustration	Berndt Nordén		

(Framsidan görs i PageMaker)

## Ämnesord: Avverkning, maskinteknik, virkestillredning

---

Skogforsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

Skogforsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom Skogforsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

Skogforsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på tre centrala frågeställningar: Skogsodlingsmaterial, Skogsskötsel samt Råvaruutnyttjande och produktionseffektivitet. På de områden där Skogforsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien ARBETSRAPPORT dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från Skogforsk publiceras i följande serier:

NYTT: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

RESULTAT: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

REDOGÖRELSE: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

HANDLEDNINGAR: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

---

ISSN 1404-305X

# Innehåll

Bakgrund .....	5
Provade valsar.....	5
Tireco.....	5
Lencab.....	6
Mense.....	7
Moipu .....	7
Genomförande .....	8
Resultat .....	9
Allmänt .....	9
Dragkrafter.....	9
Tireco.....	11
Lencab.....	12
Mense.....	13
Moipu .....	13
Dubbhål.....	14
Tireco.....	16
Lencab.....	16
Mense.....	17
Slirskador .....	18
Diskussion.....	19
Allmänt .....	19
Dragkraft.....	19
Dubbhål.....	19
Slirskador .....	20
Pest eller kolera? .....	20

## Bakgrund

Hittills har studier av virkesskador från matarhjulen på engreppsskördare skett vid årstider när barken haft god vidhäftningsförmåga mot den väl förvedade yttre årsringen. Resultaten från studien i Emmaboda under februari–mars 2001 visade inte heller på några dubbskador med djup större än 5 mm (Resultat nr 8, 2001 och Redogörelse nr 3, 2002). Slirskador förekom däremot ganska rikligt och deras djup översteg i regel 5 mm.

Under början av augusti 2003 har vi haft möjlighet att prova fyra typer av matarvalsar – Tireco, Lencab, Mense och Moipu – på ett och samma aggregat, Caterpillar HH65, på en 570B-skördare. Provet skedde sydväst om Söderhamn. Vid den här årstiden är den värsta savningen över men barken har fortfarande ganska dålig vidhäftning mot veden. Den yttre årsringen är inte heller helt förvedad. Provet ställer således högre krav på matningen än vad de flesta tidigare tester gjort.

## Provade valsar

Provet omfattade fyra valstyper, två typer av gummivalsar med slirskydd och två typer av stålvalsar med dubbar som vanligen kallas evolventa. En valstyp, Moipu, hade lånats in från Finland. Dessa valsar var begagnade och flera dubbar var mer eller mindre stukade i toppen. Övriga valsar var fabriksnya.

### TIRECO

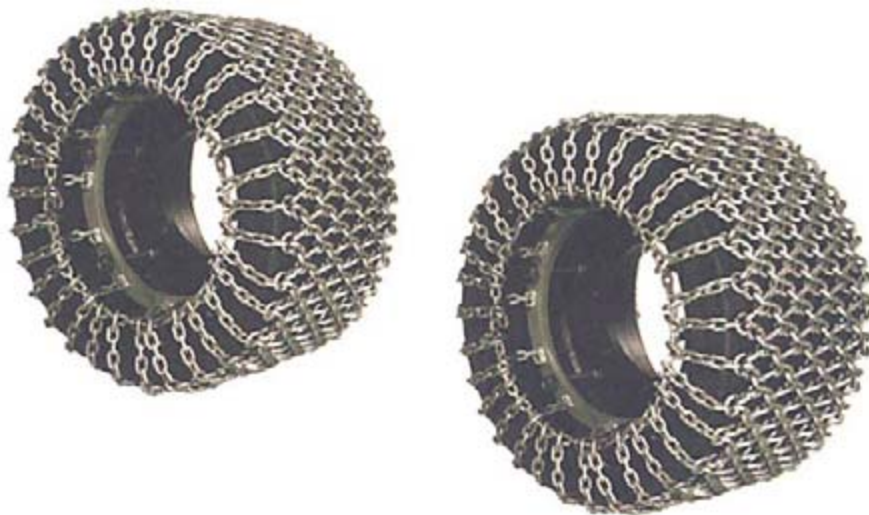
Dessa valsar, figur 1, har ett gummiklätt stålnav. I spår i gummit ligger kedjor med fyrkantigt tvärsnitt. Kedjorna är hårt spända och ligger med en vinkel mot matningsriktningen så att stammen utsätts för en uppåtriktad kraft under matningen. Gummits ytterdiameter mättes upp till 460 mm och ytterdiametern inklusive kedjor till 493 mm. På nya valsar sitter kedjorna ganska styvt i gummits spår och tippar inte förrän vid större dragkrafter. När gummit på valsarna blir slitet minskar dess diameter samtidigt som kedjorna nöts in i gummit och viker sig bakåt även vid låga dragkrafter.



Figur 1.  
Tireco matarvalsar.

## LENCAB

Dessa valsar, figur 2, har ett gummiklätt stålnav som i sin tur är klätt med ett relativt tätt slirskydd av korsande kedjor. Kedjorna har inget direkt fäste i gummiytan utan dras med genom den stora vinkel de har mot matningsriktningen. Vid kanten av valsarna närmast matningsbanans botten finns en stålring med svulster som skall säkra matningen av klena diametrar och hindra dessa från att böja sig in bakom valsarna. På de här valsarna uppstår slitaget på gummiytan under slirskyddet. Gummits ytterdiameter mättes upp till 450 mm och slirskyddets ytterdiameter till 505 mm. Diametern på den nämnda stålringen mättes till 497 mm.



Figur 2.  
Lencab matarvalsar.

## MENSE

Valsarna består av ett cylindriskt stålskal som är försett med fastsvetsade dubbar, figur 3. Dubbarna är av s.k. evolventtyp, snett kapade bitar av en rundstång. Dubbarna sitter i rader längs cylinderns generatris. Varannan rad är förskjutet en halv delning i förhållande till de omgivande. Dubbarnas höjd mättes till 15 mm. Stålringens ytterdiameter mättes upp till 430 mm. Ytterdiametern mellan dubbarnas topp är således 460 mm.



Figur 3.  
Mense matarvalsar.

## MOIPU

Valsarna består av ett stålnav med flytande plana gjutna plattor med ståldubbar av evolventtyp, figur 4. Plattorna är lagrade i ovala hål så att de kan röra sig radiellt och vinklas i matningsriktningen. Under plattorna ligger gummi som trycker



plattorna utåt och motverkar stegring vid dragkraftsuttag. Konstruktionen medger att dubbarna på åtminstone två plattor kan vara i ingrepp samtidigt. Dubbarna sitter i 4 rader på varje platta. Dubbhöjden var 15 mm. Valsens ytterdiameter mellan motsatta plattor uppmättes i ofjädrat tillstånd till 453 mm. De ovala hålen medgav en fjädring på 8 mm för varje platta.

Figur 4.  
Moipu matarvalsar.

## Genomförande

Aggregatet spändes upp, hängande i kranen, med kätting mellan två träd, vinjettbilden, och ett tredje träd tjänade som fäste för bromsvinschen, figur 5.



Figur 5.  
Bromsvinsch med kraftgivare nedtill i bilden och bromsreglaget på stubben till vänster.

I toppen på de manuellt fällda och kvistade tallstammarna sågades hack så att en stropp kunde fästas mellan toppen och en kraftgivare som i sin tur fästes i vinschens wire.

När aggregatet börjar mata stammen får hydrauloljan strömma fritt genom vinschmotorn. Oljeflödet stryps sedan successivt med en handmanövrerad ventil tills vinschen stannar helt. Dragkraften har då registrerats under hela matningsförloppet. Den här proceduren upprepas två till fyra gånger per stam beroende på dess längd. Mätmetoden har använts tidigare vid studier av engreppsskördare (Resultat nr 22, 1995).

Försöken genomfördes vid fyra olika klämtryck, 124 till 172 bar, mellan matarvalsarna. Sammanlagt skedde 30–40 bromsningar per valstyp som då fördelade sig på diametrar mellan 10 och 30 cm.

När stammen bromsats till stopp markerades matarvalsarnas läge på stammens undersida. Därefter matades stammen fram några dm varefter ett nytt ställe markerades. Efter ytterligare frammatning kapades delen med märkena bort manuellt, nummerades och togs till avlägget där klavning och mätning av barktjocklek och dubbhålsdjup skedde, figur 6. Observera att aggregatets kedja och svärd monterats bort av säkerhetsskäl.



Figur 6.  
Avkapade stamdelar för mätning på avlägget.

Mätning av dubbhålsdjup skedde både strax före slirningen, där maximal dragkraft kan antas ha uppträtt, och efter slirningen där bromskraften var ”noll” och på båda sidor om stammen. Mätningen skedde med skjutmått på gängse sätt (Redogörelse nr 3, 2002) genom att en sektor av stammen klövs bort och delades där det djupaste hålet bedömdes finnas. Dessutom mättes djupet på ytterligare ett hål. Där slirskador fanns före stoppläget klavades dessa men där mättes inga dubbhål.

## Resultat

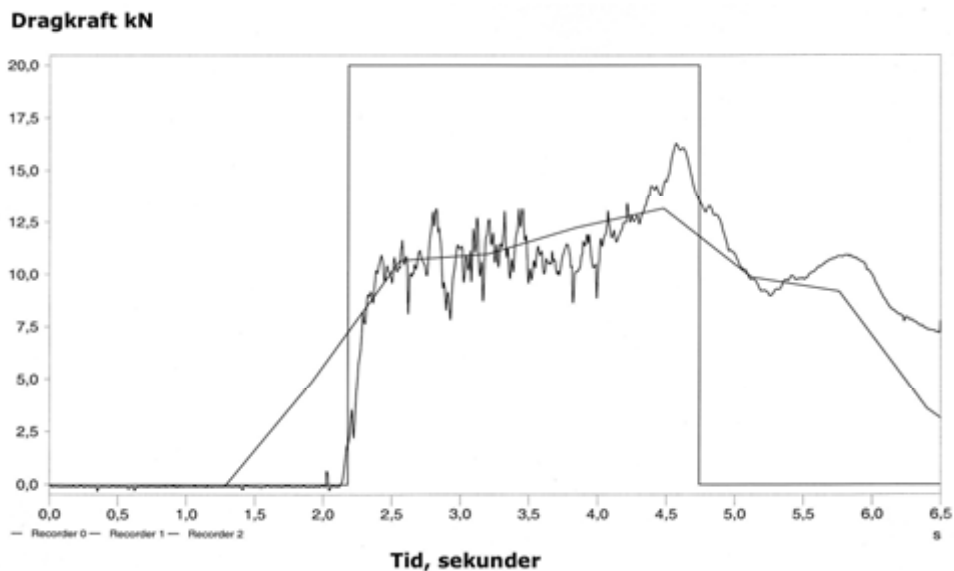
### ALLMÄNT

Trots att knivtrycket mot stammen sänkts för att underlätta matningen var det många gånger svårt att få igång matningen av rotstocken, speciellt på de grövsta träden och de lägsta klämtrycken. I flera fall måste vi hjälpa till med kranen tills rotstocken kunde kapas bort så att stammen blev lättare. Speciellt gummivalsarna hade en tendens att hela tiden mata med påtaglig slirning. De flesta stammarna var helt randbarkade av matarvalsarna då de gått genom aggregatet. De enda valsar som klarade några stockar utan barkning var Mense.

### DRAGKRAFTER

En typisk kurva över dragkraften under en körning visas i figur 7. Ur det kraftigt varierande mätvärdet beräknas ett löpande medelvärde, den lugnare kurvan i figuren. Den heldragna linjen med två vertikala delar anger det tidsfönster, 2,2 till 4,2 sekunder då stammen varit i rörelse. Den maximala dragkraften uppträder strax före fastbromsning, här vid 4,5 sekunder, innan slirningen blivit så stor att stammen stannat.





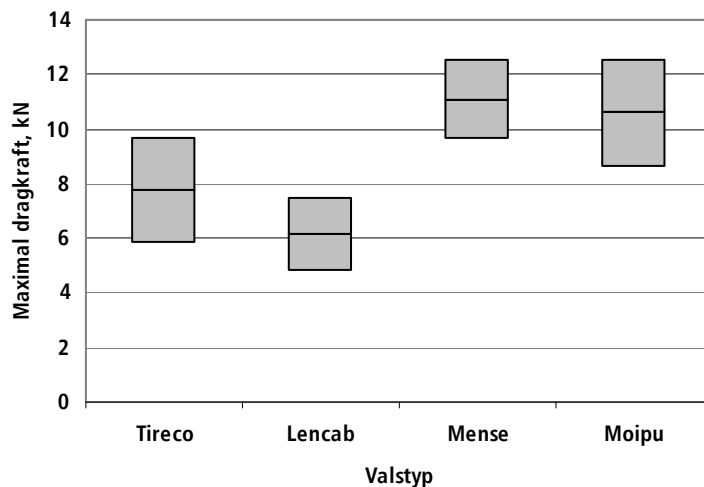
Figur 7.  
Exempel på signaler från en dragkraftmätning.

I tabell 1 redovisas de uppmätta maximala dragkrafterna från varje körning. Här har ingen hänsyn tagits till olika klämtryck eller stamdiametrar.

Tabell 1.  
Dragkrafter vid stopp i kN för de olika valstyperna.

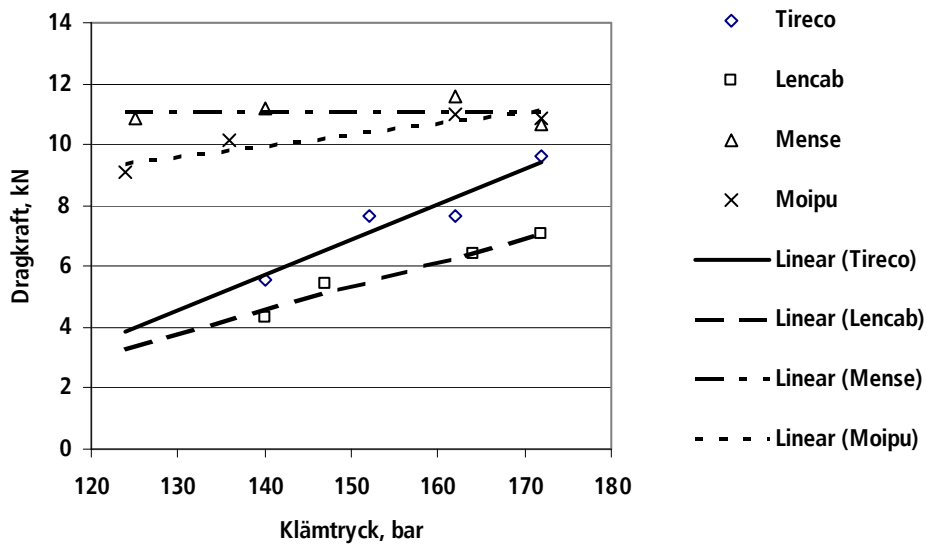
	Tireco	Lencab	Mense	Moipu
Lägsta	4,9	4,0	7,2	5,5
Medel	7,8	6,2	11,1	10,6
Högsta	11,9	8,6	13,7	13,7
St. avv.	1,90	1,34	1,43	1,94

Figur 8 visar medelvärdet för varje valstyp med standardavvikelsen inlagd. Dragkraften är cirka 30 % högre för stålvalsarna än för gummivalsarna. Skillnaden mellan stålvalsarna är liten och inte statistiskt säker. Det är däremot skillnaden på 25 % mellan gummivalsarna Tireco och Lencab.



Figur 8.  
Medelvärden och standardavvikelse för dragkrafterna

Delar man upp dragkrafterna på olika klämtryck mellan matarvalsarna fås figur 9.

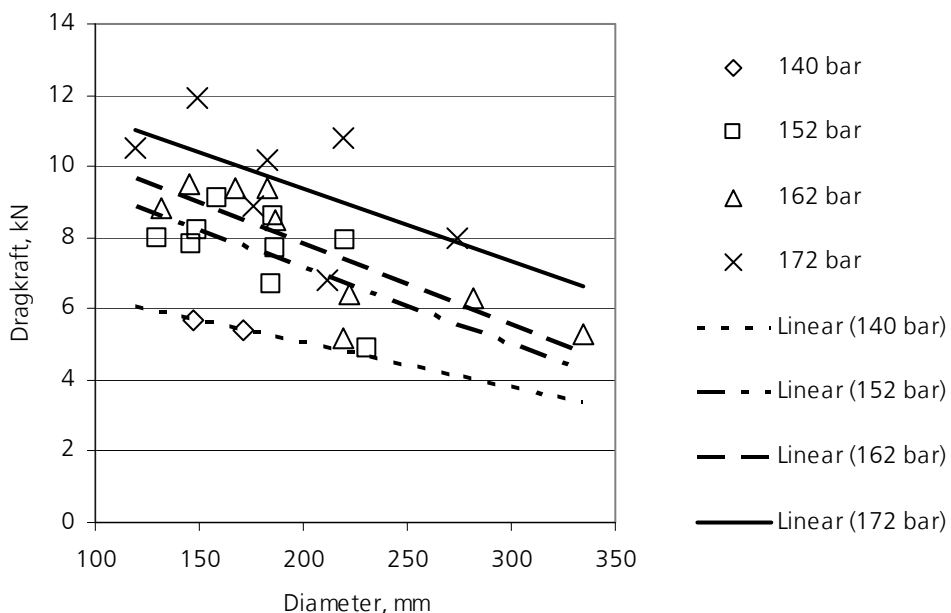


Figur 9.  
Dragkraftens beroende av klämtrycket för de 4 valstyperna.

Dragkraften ökar kraftigt med ökad klämkraft för båda gummivalstyperna. Vid de högsta klämtrycken är den ungefär den dubbla mot den vid det lägsta klämtrycket. För stålvalsarna är detta beroende klart svagare men dragkraften ligger här avsevärt högre för alla klämtryck.

### Tireco

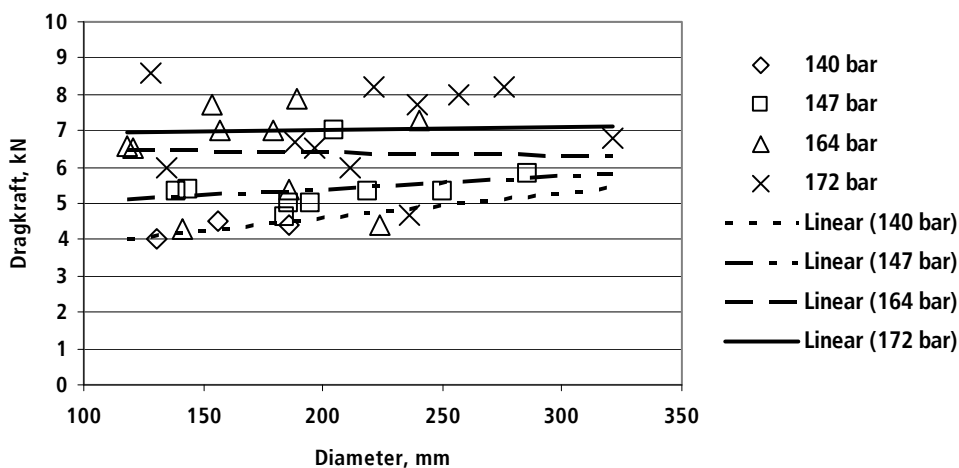
Dragkraften ökar med ökad klämkraft mellan valsarna, figur 9. Dragkraften är 5,6 kN vid det lägsta klämtrycket 140 bar, jämfört med 9,6 kN vid det högsta klämtrycket 172 bar. I figur 10 är dragkraften uppdelad på olika klämtryck. Vid alla klämtryck avtar dragkraften när stamdiametern ökar. Diametern har ungefär samma inverkan vid alla klämtryck. Vid 17 körningar av 27 har dock valsarna slirat märkbart innan stammen bromsats till stopp. Den uppmätta dragkraften har då också blivit låg. Det gäller framför allt låga klämtryck. Slirning före stopp har också inträffat flera gånger före höga uppmätta dragkrafter.



Figur 10. Dragkraften hos Tereco-valsar som funktion av stamdiametern vid olika klämtryck.

### Lencab

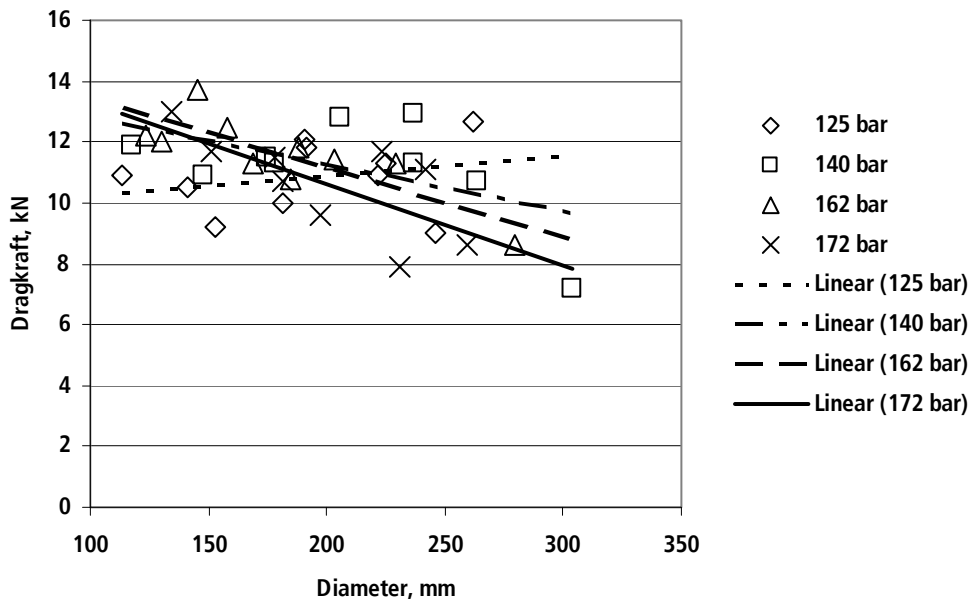
Dragkraften ökar med ökad klämkraft mellan valsarna, figur 9. Dragkraften är 7,1 kN, vid högsta klämtryck, 172 bar, jämfört med 4,3 kN vid det lägsta klämtrycket 140 bar. I figur 11 är dragkraften uppdelad på olika klämtryck. Vid alla klämtryck ökar dragkraften när stamdiametern ökar. Diametern har större inverkan vid låga klämtryck. Vid alla körningar har matarvalsarna slirat märkbart innan stammen bromsats till stopp. Hur mycket den slutliga dragkraften påverkats vid olika diametrar kan därför inte avgöras.



Figur 11. Dragkraften hos Lencab-valsar som funktion av stamdiametern vid olika klämtryck.

## Mense

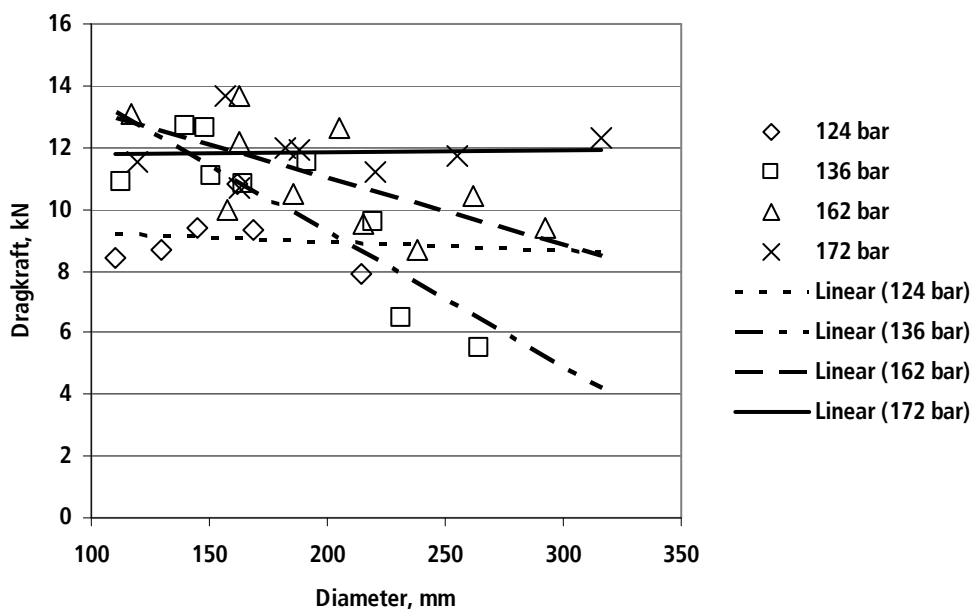
Den genomsnittliga dragkraften, omkring 11 kN, är i stort oberoende av klämtrycket, figur 9. I figur 12 är dragkraften uppdelad på olika klämtryck. Vid alla klämtryck utom det lägsta som här var 125 bar avtar dragkraften när stamdiametern ökar. Vid de tre högre klämtrycken har diametern ungefär samma inverkan. Slirning före stopp har här bara inträffat 5 gånger av 38, varav 4 vid de två lägsta klämtrycken. Vid höga klämtryck orkade aggregatet inte alltid dra matarvalsarna till slirning.



Figur 12. Dragkraften hos Mense-valsar som funktion av stamdiametern vid olika klämtryck.

## Moipu

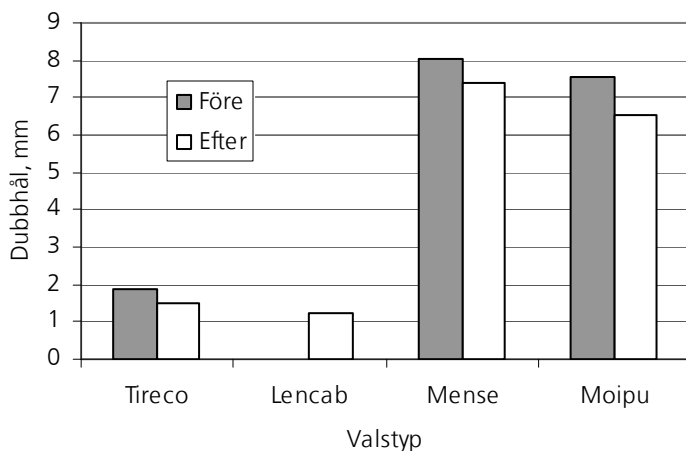
Figur 9 antyder en svag ökning av dragkraften med ökande stamdiameter. Delar man upp materialet på olika klämtryck, figur 13, blir bilden mer splittrad. För både det högsta och det lägsta klämtrycket är dragkraften relativt oberoende av stamdiametern, medan den visar en minskning med ökande stamdiameter för mellanliggande klämtryck. Vid det lägsta klämtrycket har det slirat före stopp vid alla körningar. Vid högsta klämtrycket slirade det endast en gång.



Figur 13. Dragkraften hos Moipu-valsar som funktion av stamdiametern vid olika klämtryck.

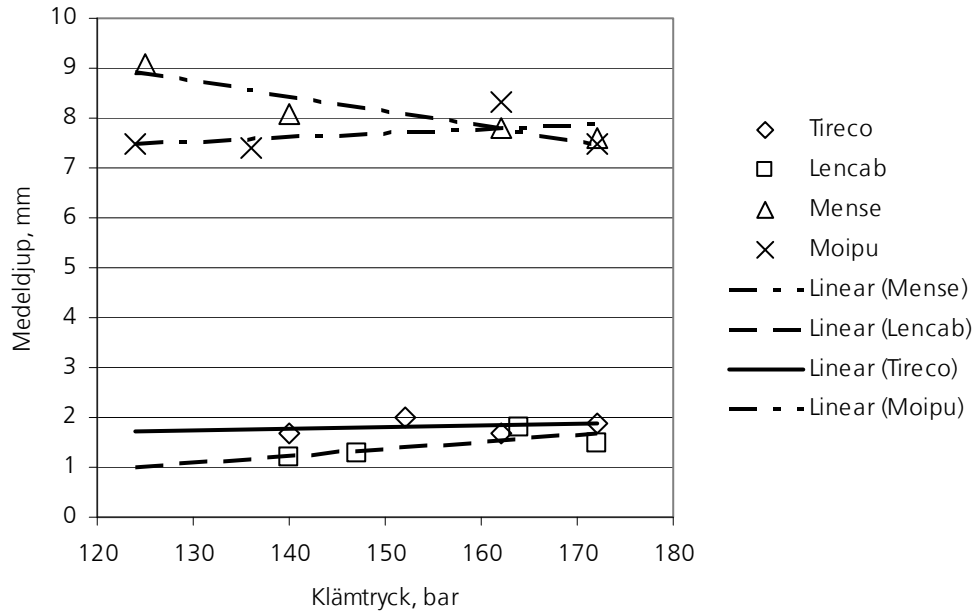
## DUBBHÅL

Figur 14 visar medelvärdet av de djupaste dubbhålen på både vänster och höger sida i matningsriktningen. Det är stor skillnad mellan gummivalsarna och stålvalsarna. Skillnaden inbördes mellan gummi- respektive stålvalsarna är liten. Figuren visar även att hålen blir något djupare (före) när stor dragkraft tas ut. För Lencab-valsarna finns inget mätvärde före stopp eftersom valsarna slirat vid samtliga körningar.



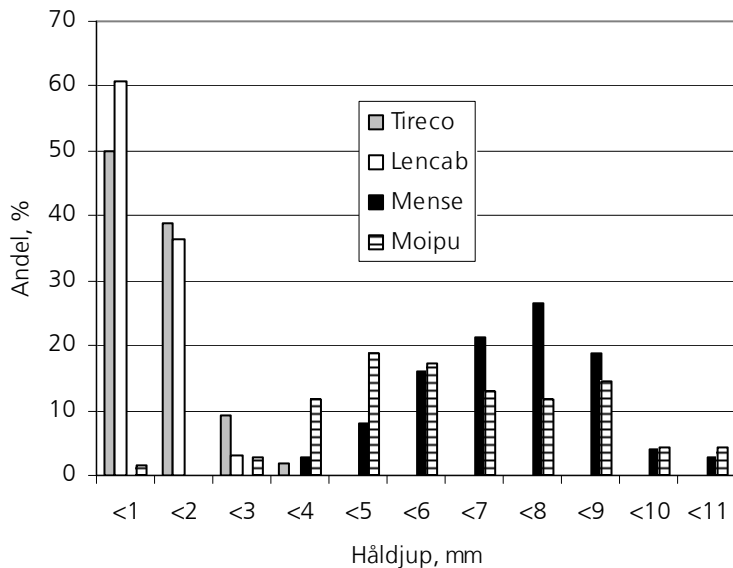
Figur 14. Medelvärden av största håldjup.

Figur 15 visar medelvärdet av de djupaste dubbhålen efter stoppet fördelat på olika klämtryck. Av figuren framgår att klämtrycket mellan matarvalsarna har relativt liten inverkan på hålens djup. Djupet ökar något med klämtrycket utom för Mense.



Figur 15. Medelvärden av största håldjup fördelat på klämtryck.

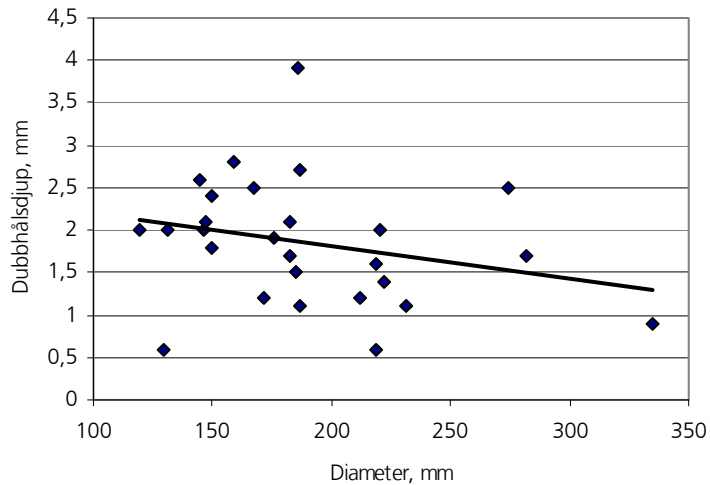
I figur 16 är håldjupen fördelade på mm-klasser. Djupet avser här det djupaste hålet på någondera sidan. För gummivalsarna är samtliga hål grundare än 5 mm som är den lägsta gränsen för avdrag. För stålvalsarna är större delen djupare än 5 mm, för Moipu 65 % och för Mense hela 89 % av antalet.



Figur 16. Största dubbhåldjup. Andelar i mm-klasser.

## Tireco

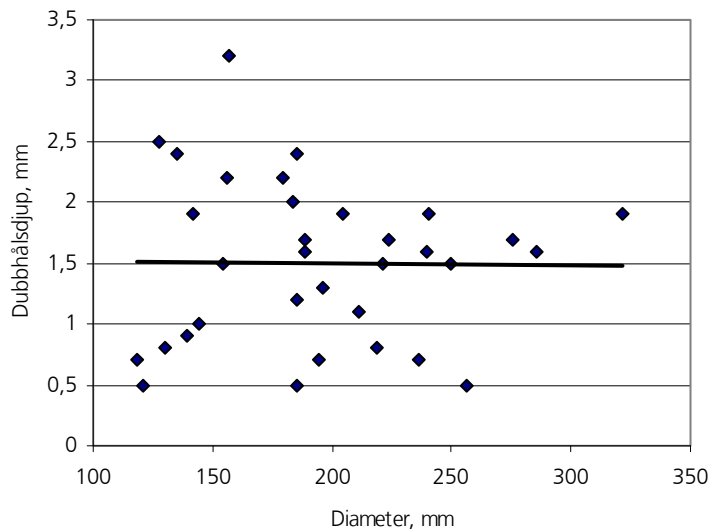
Dubbhålen visar en tendens till att vara större på små diametrar där spridningen också är störst, figur 17. Detta trots att klämtrycken var i genomsnitt något högre för grova stammar. De grövsta stammarna gick inte att köra med låga klämtryck. Det är ingen skillnad mellan höger och vänster sida.



Figur 17.  
Dubbhålsdjup för Tireco-valsar vid olika stamdiameter.

## Lencab

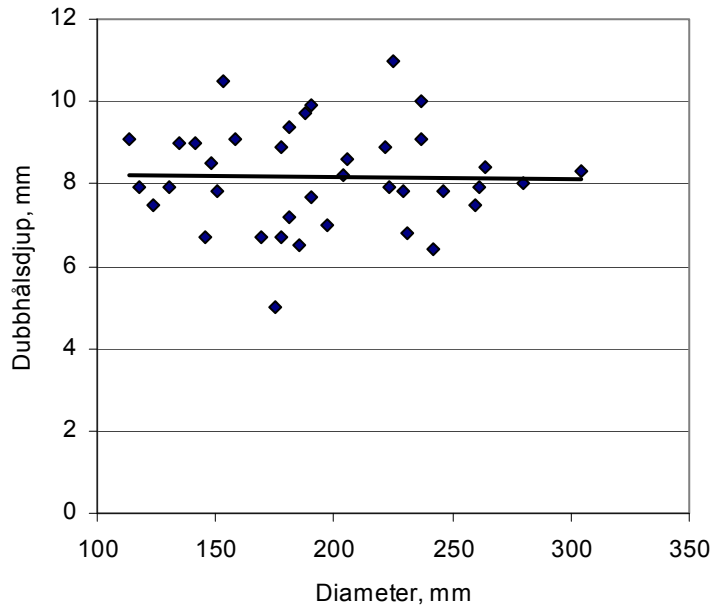
Dubbhålets djup verkar vara oberoende av stammens diameter, figur 18. Spridningen är störst vid små diametrar.



Figur 18.  
Dubbhålsdjup för Lencab-valsar vid olika stamdiameter.

## Mense

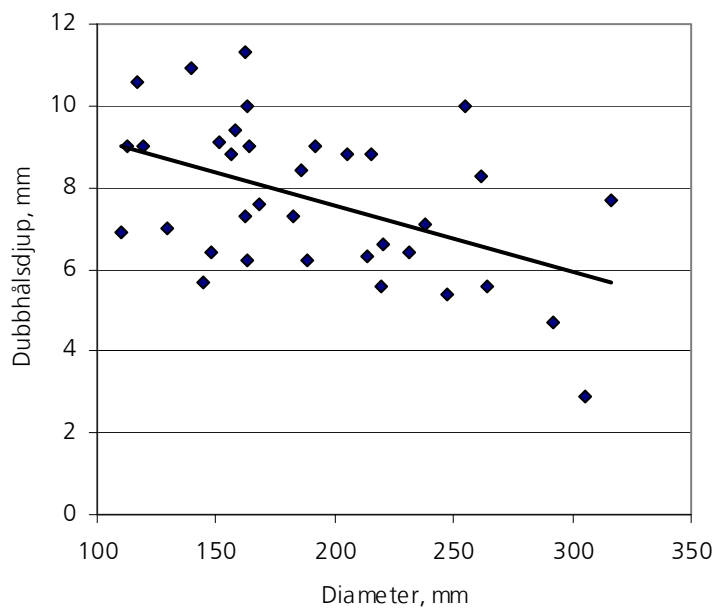
Dubbhålens djup och spridningen verkar vara oberoende av stammens diameter, figur 19.



Figur 19.  
Dubbhålsdjup för Mense-valsar vid olika stamdiameter.

## Moipu

Dubbhålen visar en tendens till att vara större på små diametrar men spridningen är stor på alla diametrar, figur 20.

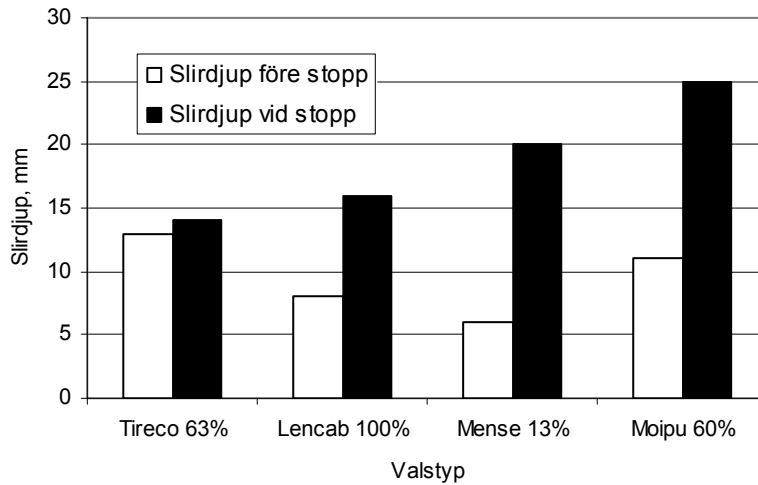


Figur 20.  
Dubbhålsdjup för Moipu-valsar vid olika stamdiameter.



## SLIRSKADOR

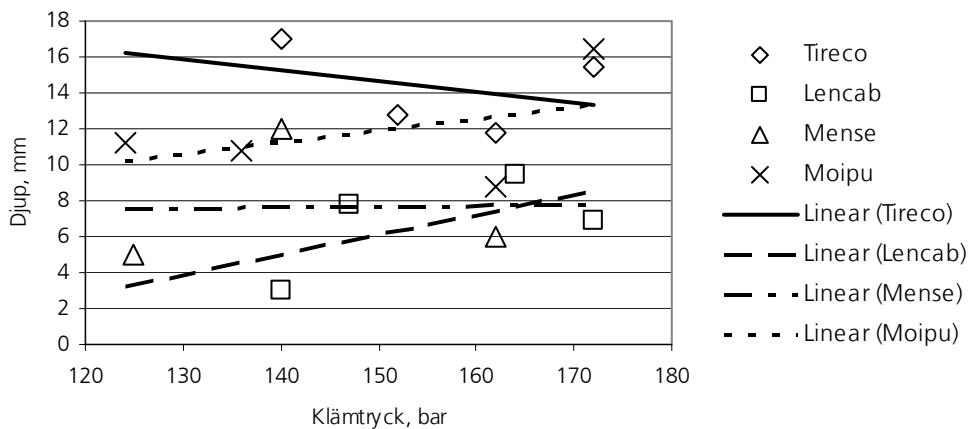
I figur 21 redovisas medelvärden av slirskadornas djup strax innan stammen bromsats till stopp och där den stannat. För gummivalsarna är slirningen genomgående dubbelsidig, medan för stålvalsarna den högra har större tendens att spinna loss än den vänstra, räknat i matningsriktningen med aggregatet i normalt uppberedningsläge.



Figur 21.  
Slirskadornas djup.

Andelen slirskador före stopp som anges som procent för respektive valstyp i figur 21 kan ge en uppfattning om hur slirningen till stopp gått till. Hög andel visar att matarvalsarna slirat sig fram tills dragkraftsbehovet blivit för stort. Låg andel tyder på ett mer distinkt förlorat grepp om stammen.

I figur 22 visas slirskadornas djup före stopp fördelat på olika klämtryck mellan matarvalsarna. Det finns inte någon gemensam trend. Det finns inte heller något klart samband inom respektive matarvalstyp.



Figur 22.  
Slirskadornas djup före stopp vid olika matarvalstryck.

# Diskussion

## ALLMÄNT

Det var inga problem med att montera de olika typerna av valsar på aggregatet. Däremot verkar det uppenbart att varje valstyp kräver individuella inställningar av t.ex. knivtrycket för att ge acceptabel matning. Tireco-valsarnas sneda kedjor hjälper till att hålla stammen mot matningsbanan. De valsarna kan därför klara sig med ett lägre knivtryck än de övriga som inte ger någon sådan effekt. Mense-valsarna, som gav bra dragkraft, krävde avsevärt högre knivtryck för att hindra aggregatet att stegra sig, varvid den övre fasta kniven ville gå i luften. Detta trots att matarvalsarna har en inbördes vinkel på 14 grader för att trycka stammen mot matningsbanan. Det var överhuvudtaget svårt att mata de grövsta trädens rotstockar. Alla valsar ville slira. Även i praktiken skulle flertalet träd motsvarande våra grövsta stammar ha varit svåra att mata utan att hjälpa till med kranen.

## DRAGKRAFT

Den uppmätta dragkraften under matningen kan ses som den kraft som finns tillgänglig för att kvista stammen då en del förbrukats som rullmotstånd mellan stam och matarvalsar och som friktion mellan stam och aggregat. Den maximala dragkraften när stammen bromsats till stopp är ett mått på den högsta tillgängliga kvistningskraften och står i direkt relation till risken för fastkörning vid uppbyggnaden.

Det är naturligt att de mest aggressiva valsarna, stålvalsarna ger betydligt större dragkraft än de mer skonsamma kedjorna på gummivalsarna. Gemensamt är dock att fästet på stammen blir bättre ju högre klämtrycket är även om skillnaden är liten för stålvalsarna. Skillnaden mellan Mense och Moipu kan bero på att Mensevalsarna var nya, medan Moipu-valsarna var begagnade och hade många ”slöa” och flera stukade dubbar. De mindre aggressiva gummivalsarna fordrar högt klämtryck för att ge tillfredsställande dragkraft. För den täta kedjemattan på Lencab-valsarna hjälper inte klämtrycket i samma mån. De många måttligt aggressiva kontaktpunkterna mot stammen kan göra att valsen halkar utanpå den saviga veden.

Det finns inget genomgående tydligt samband mellan stamdiametern och den uttagbara dragkraften. För Tireco avtar den systematiskt med ökad diameter medan den för Lencab uppför sig tvärtemot. För stålvalsarna ökar eller minskar den beroende på vilket klämtryck som använts. Den främsta orsaken till en minskad dragkraft med ökad diameter torde vara stammens vikt. Mot detta verkar det ökade antalet kontaktpunkter som erhålls vid ökad diameter.

## DUBBHÅL

Man kan konstatera att oavsett klämtryck mellan valsarna ger stålvalsarna avsevärt djupare dubbhål än gummivalsarna. Skillnaden är i det här fallet så stor att alla normala matningsskador efter gummivalsarna klarar virkesmätningens lägsta skadenivå. Stålvalsarna medför så gott som genomgående skador som överstiger den gränsen.

## **SLIRSKADOR**

Slirskadorna är genomgående av sådant djup att de överskrider virkesmätningens lägsta skadenivå. Något gemensamt samband med klämtrycket mellan valsarna finns inte. Inte heller med stamdiametern finns något genomgående samband. Graden av slirningen kan ha varierat kraftigt med åtföljande olika avverkning innan stammen till slut stannat.

## **PEST ELLER KOLERA?**

Det förefaller uppenbart att man under den svåra delen av året då savningen är mer eller mindre kraftig har att välja mellan reducerad dragkraft eller dubbskador. De alltför aggressiva stålvalsarna har en tendens till att stansa ur stycken av trät mellan två efterföljande dubbar. Med gummivalsar ligger de i studien uppmätta dubbhålsdjupen under virkesmätningens lägsta gräns. Att öka klämtrycken utöver vad som använts här kan knappast rekommenderas, däremot kan valsarnas aggressivitet ökas utan att skadegränsen överskrids. Slirskydden på dagens gummivalsar ser ut att komprimera träet i stammens yta så att sprickor uppträder bakom ingreppet. Flagor som motsvarar dubbhålsdjupet lossnar ur stammen utan att kedjelänkarna gjort något direkt ingrepp. En ökad aggressivitet skulle säkerligen även minska den slirning som uppträder även under normal körning i savningstider och som kanske ger större skadedjup än vad slirskydden skulle göra.

De djupare slirskador som uppstår vid start eller fastkörning kan sannolikt minskas om aggregaten förses med någon form av slirkontroll. Sannolikt finns en hel del ännu att göra för en intelligentare styrning av matningen på engreppsskördarna.