

RAPPORT

Per Berg, Richard Uusijärvi

**Seriell styrning av mobil
hydraulik och speciellt
skogsmaskiner.
Funktionsprov på maskin
av hållströmsfria
proportionalventiler**

Trätek

Per Berg, Richard Uusijärvi

SERIELL STYRNING AV MOBIL HYDRAULIK OCH SPECI-
IELLT SKOGSMASKINER
- FUNKTIONSPROV PÅ MASKIN AV HÅLLSTRÖMSFRIA
PROPORTIONALVENTILER

TräteknikCentrum, Rapport P 8709056

Nyckelord

<i>forest management</i> <i>harvesting equipment</i> <i>hydraulic power system</i> <i>proportional valve</i> <i>pulsed</i> <i>serial communication</i>

Stockholm september 1987

I N N E H Å L L S F Ö R T E C K N I N G

	<u>Sid</u>
1. SAMMANFATTNING	3
2. BAKGRUND OCH SYFTE	4
3. MONTERING PÅ MASKIN	5
3.1 Elektriskt	6
3.2 Hydrauliskt	7
4. PROVFÖRFARANDE	8
5. RESULTAT	9
5.1 Utstyrning av små flöden	9
5.2 Snabba omställningar av sliderna	9
5.3 Samtidig manövrering av flera funktioner	10
5.4 Reglering av kapförlopp	10
5.5 Förreglingsprogram	11
6. LITTERATUR	12

1. SAMMANFATTNING

Syftet med funktionsproven på maskinen har varit att få en bild av hur ett seriellt system fungerar i praktiken.

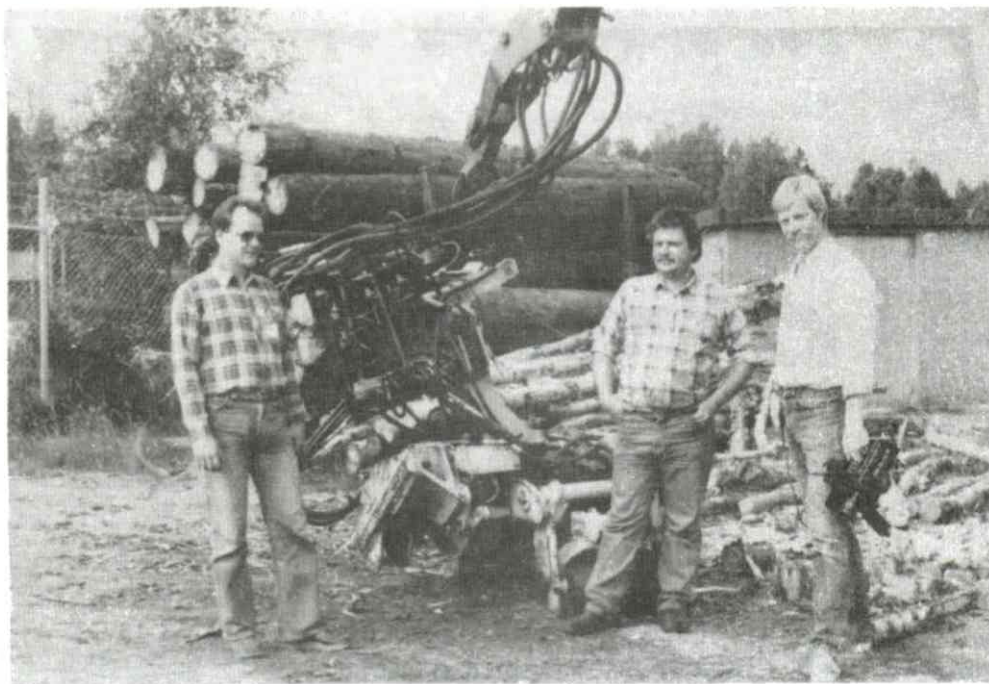
Utstyrning av små hydraulflöden provades på de ingående funktionerna. Det visade sig att den seriella styrningen väl lämpade sig för reglering av såväl matarvalsar, sågmotor som sågsvärd.

Med den seriella styrningen är det möjligt att på ett enkelt sätt funktionsstyra även komplexa kap och matningsförlopp.

Monteringen av utrustningen på maskinen visade på ett tydligt sätt hur enkelt och säkert det är att arbeta med det seriella styrsystemet. Endast en koaxialkabel anslöts mellan manöverdonet i hytten och hydraulenheten på kranspetsen.

Samtidig körning av flera funktioner visar att det ej är möjligt att känna någon fördröjning vid styrningen trots att flera funktioner styrs ut samtidigt. Däremot konstaterades att hydraulflödeskrävande funktioner bromsar andra funktioner vid samtidig körning av dessa.

Med en seriell styrning är det enkelt att programstyrt prioritera funktionerna så att en optimal styrning, baserad på maskinens begränsade hydraulflödesresurser, erhålles.



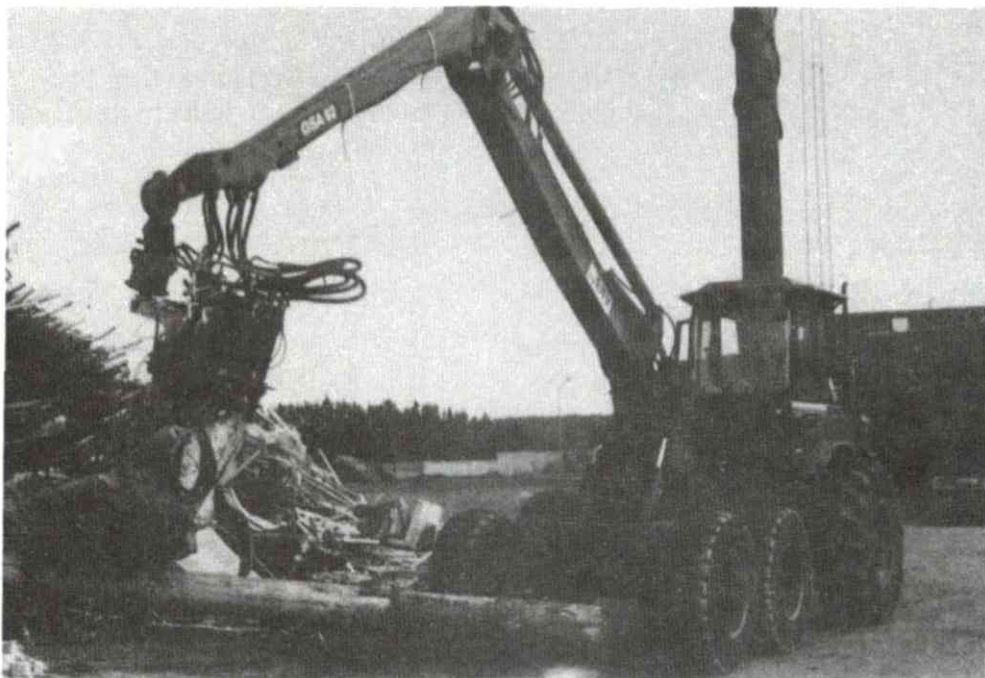
Figur 1. Styrutrustningen.

2. BAKGRUND OCH SYFTE

Denna rapport utgör den fjärde och sista rapporten i avrapporteringen av projektet "Seriell styrning av mobil hydraulik och speciellt skogsmaskiner". Projektet omfattar uppbyggnad och provning av ett komplett system bestående av hållströmsfria proportionalventiler avsedda för seriell kommunikation och ett system bestående av en huvuddator och ett antal slingdatorer för att styra ventilerna. Systemets uppbyggnad framgår av tidigare rapporter /1-4/.

Syftet med projektet är att nedbringa det omfattande kablage som normalt används för att styra ordinära ventiler till en enda koaxialkabel, samt att öka tillgängligheten genom att information om ventilernas tillstånd sänds över till och tolkas av huvuddatorn.

Denna rapport behandlar funktionsprovning av styrsystemet då det monterats på en skördare Kockum 85/62. Proven utfördes på ÖSA AB i Alfa.



Figur 2. Kockum skördare 85/62 med provaggregat.

3. MONTERING PÅ MASKIN

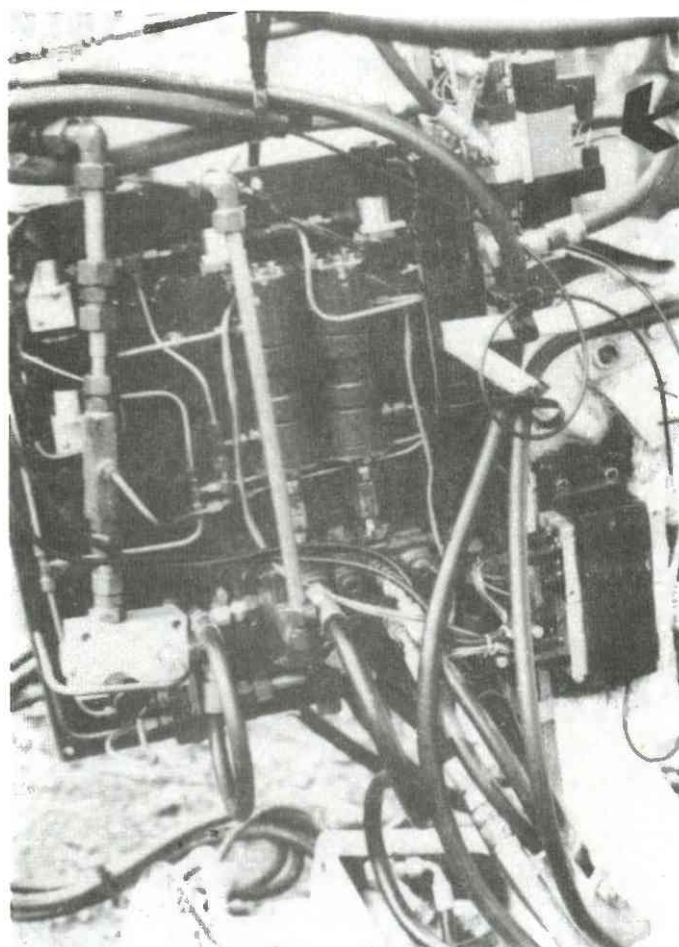
En del modifieringar har gjorts sedan rapporten "Utveckling av styrmodell för ventilen" skrevs.

För det första har den flödesgivare som då monterats ihop med de båda HV-07-ventilerna monterats bort. Orsaken till detta är dels att vi hade en hel del problem med flödessignalerna, dels att de funktioner dessa ventiler styr inte är så intressanta att mäta flödet på (sågframmatning och ansättning av matarvalsar).

För det andra strömförsörjs tryckgivarna nu från slingdatorerna, vilket medför att ingen extern spänningskälla erfordras. Den sistnämnda åtgärden var nödvändig för att man skulle kunna genomföra prov på maskinen under realistiska förhållanden.

Aggregatet monterades på maskinen varefter de ventiler och de elledningar som krävdes för att styra de funktioner vi inte styrde anslöts till maskinens ordinarie el- respektive hydraulsystem, se nedanstående figur. Dessa funktioner var kvistknivar till och från, tilt av aggregatet och givarledning till längdmätare (pulsgivare) och diamettermätare (potentiometer som ligger parallellt med cylindern för kvistknivsansättning).

De funktioner som anslöts serIELT var de som tidigare provats i laboratorieproven, d v s matarvalsrotation, ansättning matarvalsar, sågkedjemotorrotation samt svärdmatning.



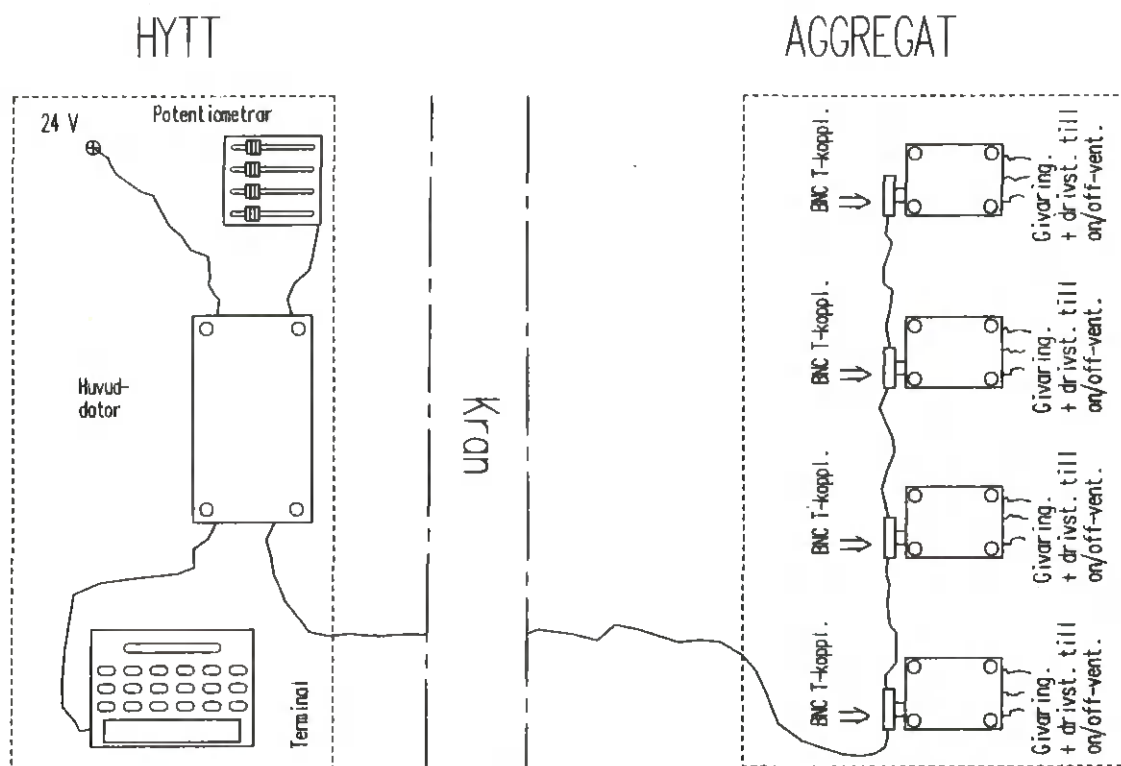
Separat
monterade
ventiler

Figur 3. De ventiler som monterats separat på aggregatet.

3.1 Elektriskt

Slingdatorerna monterades i sina fästen och givarkablarna anslöts till sina respektive kontakter.

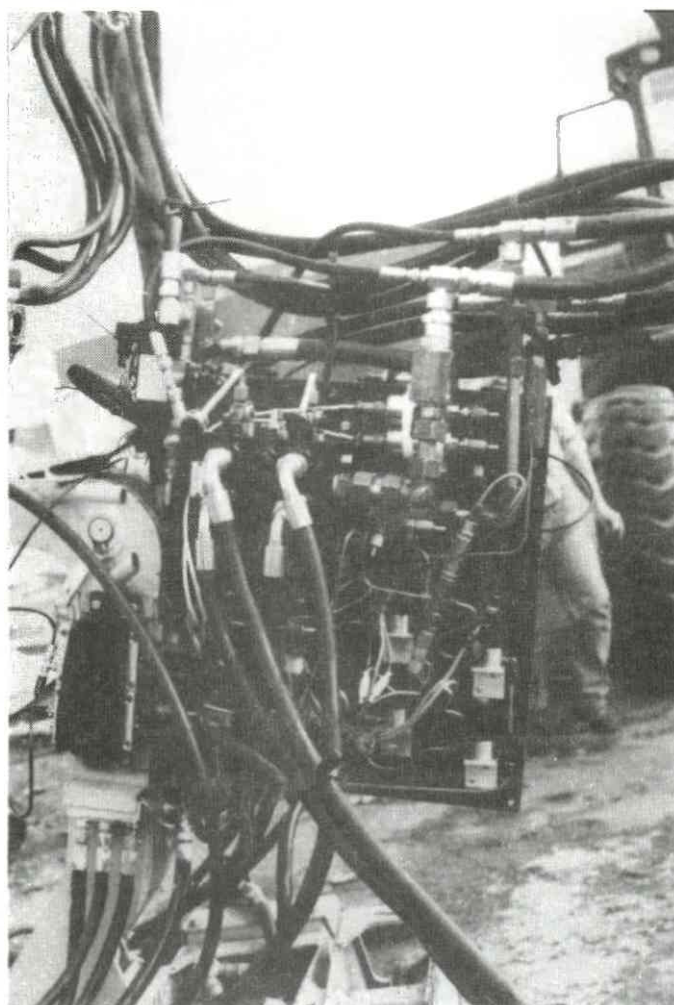
Att endast en koaxialkabel krävs för att styra hela provutrustningen visar att monteringen av denna är mycket enkel. För att skydda koaxialkabeln på kranarmen monterades en 1/2" hydraulslang från aggregatet och upp över kranens rörliga led. I denna drogs koaxialkabeln, varefter den fick hänga mellan kranfästet och hytten. Då de koaxialkablar vi medförde var för sig inte var tillräckligt långa var vi tvungna att skarva kabeln uppe på kranen. Slingdatorerna kopplades till koaxialkabeln via BNC T-kopplingar och tre korta kablar användes för att koppla mellan de olika datorerna. Se nedanstående figur.



Figur 4. Elektrisk koppling från hytt till aggregat.

3.2 Hydrauliskt

Utöver de slangar som krävs för att styra de funktioner vi inte styrde behövdes endast tre slangar: tryck-, tank- och en returledning. Dessa slangar fanns redan framdragna då de normalt används för GSA-62-aggregatets ordinarie ventilblock. Samtliga slangar var i dimensionen 3/4". Anslutningarna fanns på provplattans bakkant och framgår av fotot nedan. Kraftförsörjningen till hydraulsystemet sker via basmaskinens dieselmotor (Scania D8 med motoreffekten 167 Hk). Systemtrycket på denna krets är normalt, ca 195 bar, och höjs vid sågning till 240 bar. I vårt fall kopplades den extra tryckhöjningen vid sågning bort och vi nöjde oss med 195 bar nominellt tryck. Pumpen är av fabrikatet Linde och ger 105 cm³/r, vilket innebär ett flöde på 210 l/min vid ett arbetsvarvtal på omkring 2000 rpm. Noteras kan att då såg eller matarvalsar körs för fullt klarar pumpen inte av att upprätthålla trycket utan detta sjunker påtagligt.



Figur 5. Provuutrustningen med anslutna hydraulslangar.

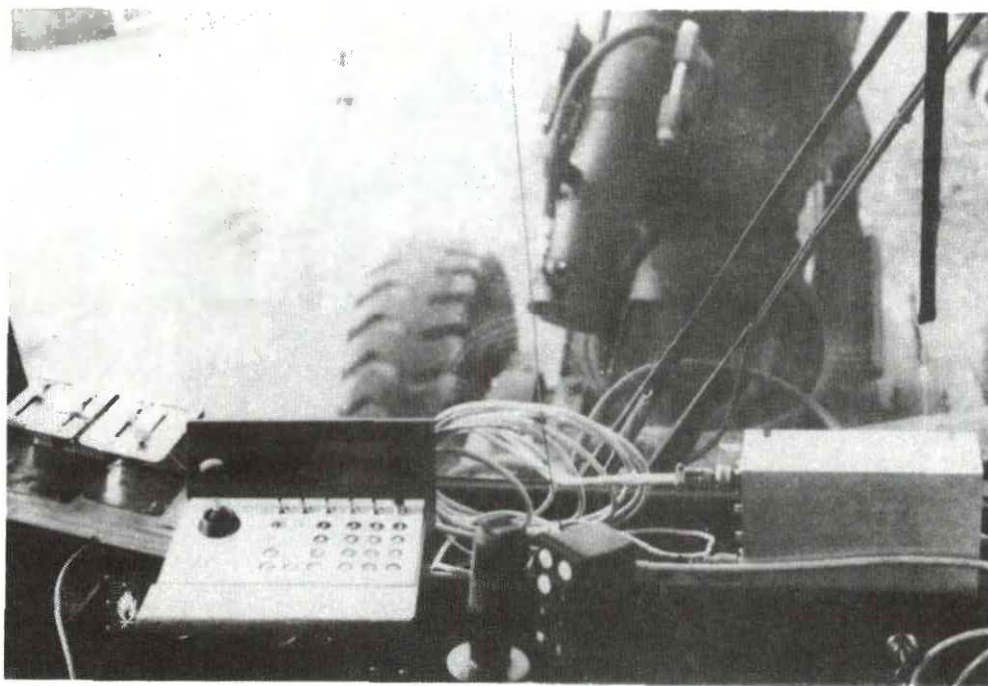
4. PROVFÖRFARANDE

Samtliga funktionsprov gjordes utomhus på gårdsplanen där ett antal redan kvistade stockar fanns tillgängliga för matning och kapförsök (större delen av proven videofilmades). Temperaturen låg på mellan 7-18 °C med omväxlande sol och regn.

Huvudsyftet med funktionsprovet på maskin var att få känna på hur den seriella styrningen uppförde sig jämfört med konventionell styrning. Dessutom gjordes en del reglerförsök med ventilerna som:

- Utstyrning av små flöden.
- Snabba omställningar av ventilsliderna.
- Samtidig manövrering av flera funktioner.
- Reglering av kapförlopp.

Utöver detta provades två olika förreglingsprogram. I det ena var svärd-rörelsen förreglad då matarvalsstyrspaken inte låg inom ett mycket snävt intervall omkring spakens mittläge för att säkerställa att matarvalsarna stod helt stilla vid kapning. Det andra förreglingsprogrammet stoppade matarvalsarna när svärdets matning påbörjades, på så sätt att matarvalsrotationen endast kunde ske då spaken för svärdrotationen låg mot maximal retur-rörelse.



Figur 6. Interiör från hytten. Till höger huvuddatorn och till vänster styrpotentiometrarna.

5. RESULTAT

5.1 Utstyrning av små flöden

I många fall önskar man styra ut små flöden. Ett exempel på detta kan vara vid styrning av matarvalsarna. Då man matar fram grova stockdimensioner med stora masskrafter och samtidigt önskar en snabb och noggrann positionering ställer detta speciellt höga krav på krypkörningsegenskaper och reglermöjligheter.

Med seriell styrning är det möjligt att krypköra stocken med lägre hastighet än 1 cm/sek och dessutom snabbt styra ut till maximal hastighet 3 m/sek med god upplösning på hastighetsförändringarna. Styrningen av matningshastigheten upplevs av föraren som kontinuerlig.

Vid försöken konstaterades att en bra flödesreglering skall kunna styra ut även mindre flöden med god noggrannhet. Ett exempel är matning av kvistig stam där knivarna tenderar att köra fast. Med en snabb flödesreglering kan stammens fart lättare bibehållas och risken för fastkörning minskas betydligt.

Den flödesmätare, baserad på differentialtrycksmätning, som vi använt är starkt olinjär med dålig upplösning vid små flöden, vilket gör den oanvändbar för mätning av t ex krypkörning av matarvalsar. En optimal flödesgivare vore olinjär åt andra hållet och har större upplösning vid små flöden än vid stora.

5.2 Snabba omställningar av sliderna

På ett engreppsskördaraggregat är det av stor vikt att man snabbt kan ändra rotationsriktning på matarvalsarna eller stoppa dem. Anledningen till detta är dels att man efter t ex en kapning snabbt vill komma upp i hög matningshastighet, vilket leder till färre stopp på grund av grova kvistar, dels att man vill uppnå så stor produktion som möjligt. Prov genomfördes därför dels i avsikt att undersöka den maximala matningshastigheten, dels för att se hur systemet uppträdde då spaken så snabbt som möjligt fördes från det ena ändläget till det andra. Det sista fallet innebär att matarvalsarna går från maximal rotationshastighet åt ena hållet till maximal rotationshastighet åt andra hållet.

Resultatet av ovanstående provningar blev (den maximala hastigheten på matarvalsarna är givetvis beroende av flödet från pumpen och därmed också maskinens arbetsvarvtal), vid ett arbetsvarvtal på ca 2000 rpm, en maximal matningshastighet på ca 3 m/s.

Tid från maximal rotationshastighet åt ena hållet till maximal rotationshastighet åt andra hållet blev ca 0,4 sek.

Det bör tilläggas att systemet vid dessa prov uppförde sig mycket mjukt, d v s inga tryckstötter förekom, varken då matarvalsarna snabbt byter rotationsriktning eller då de snabbt stannar. Detta har sannolikt en livslängdshöjande effekt på hydraulsystemet.

5.3 Samtidig manövrering av flera funktioner

Ofta vill man kunna styra ut flera funktioner samtidigt på aggregatet. Vid dessa tillfällen får föraren inte uppfatta det som att funktionerna blir onödigt långsamma därför att ett seriellt system används. Då den maskin vi använde vid provningarna inte klarar av att försörja alla funktioner samtidigt med bibehållet systemtryck, kan man inte prova detta genom att titta på verkan av funktionerna då dessa manövreras samtidigt. Istället får man titta på hur hydraulsliderna rör sig. Av vad som kunde uppfattas under försöken kunde ingen skillnad på manöverhastigheten noteras om en eller flera ventilslider samtidigt manövrerades.

Däremot kan man notera att det med denna utrustning skulle vara lätt att lägga ventilerna i någon form av prioriteringsordning. Detta skulle innebära att om föraren försöker styra ut en ventil med hög prioritet och det visar sig att trycket är för lågt på grund av att någon annan funktion samtidigt körs skulle den andra ventilen automatiskt stänga tills dess att den önskade funktionen erhöill ett tillräckligt högt systemtryck. Ett exempel på detta kan vara kranstyrning då matarvalsarna körs. Då matarvalsarna kördes orkade nämligen maskinen inte samtidigt höja kranpetsen med aggregatet. Med ovanstående system skulle matarvalsarna automatiskt bromsas in till dess att kranfunktionens tryck hade nått upp till en sådan nivå att den kunde manövreras.

5.4 Reglering av kapförlopp

Kapförloppet, d v s samverkan av svärdmatningshastighet och kedjehastighet för ett givet kapsnitt är av avgörande betydelse för ett skadefritt och snabbt kapresultat. Tidigare undersökningar av kapsprickor och vad som orsakat dem, som utförts hos STFI, har visat att kapförloppet har en avgörande inverkan på uppkomsten av kapsprickor i timmer /11/. För att slippa kapsprickor rekommenderades en genomsågning av stocken på mindre än en sekund. Detta ställer naturligtvis mycket höga krav på kaputrustningen och kedjans hållfasthet.

Exempel på ett anpassat kapförlopp som provades: Sågmotorn accelereras till arbetsvarv och svärdmatningen ges en sådan hastighet att ansättningen mot stocken sker mjukt. Full svärdmatning nås efter genomsågning av 2/3 av stocken. Svärdmatningen stoppas då och svärdet backas något. Svärdmatningen accelereras därefter till maximal hastighet och stocken sågas igenom, varefter sågen stoppas omedelbart. Därefter går svärdet med maximal hastighet tillbaka till hemmaläget.

Med den ordinarie hydrauliken är det ej möjligt att erhålla ett sådant kapförlopp, då svärdmatning och sågmotor styrs on/off med det maximala trycket på svärdmatningen förinställd så att matningen stoppar om sågen fastnar. Med den seriella metoden är det dels lätt att styra, dels lätt att programmera in det önskade kapförloppet, så att detta även kan tillåtas bero på stockdimension via diametervgivare och eventuellt andra yttre variabler.

5.5 Förreglingsprogram

Vid utstyrning av vissa funktioner krävs av säkerhetsskäl och för att ej förstöra utrustningen att andra funktioner inte pågår samtidigt. Ett bra exempel på detta är som tidigare nämnts att matarvalsarna inte får mata fram en stock samtidigt som en kapning sker. Om detta skulle inträffa skulle sågsvärdet omedelbart förstöras. Av denna anledning behövs förreglingar. På ett konventionellt system löses detta antingen mekaniskt eller med någon form av elektrisk logik.

Två försök gjordes med förreglingsprogram på provutrustningen. I ingendera fallet var det fråga om så pass utbyggda rutiner att man skulle kunna acceptera dem i en färdig version, utan de var snarast avsedda att förhindra misstag under försöken.

I det första fallet spärrades svärdmatningen om inte spaken för matarvalsrotationen befann sig i ett läge där det översända börvärdet skulle innebära stillastående matarvalsar. Fördelarna med detta program var att det medförde mycket små förändringar i den ursprungliga programvaran. Nackdelen visade sig dels vara att man inte i alla lägen kan vara helt säker på att matarvalsarna står fullständigt stilla, dels att det i vissa fall kunde vara besvärligt att hitta det intervall på matarvalsspaken där sågframmatning är tillåten. Orsaken till det förstnämnda var att eftersom man enbart tittade på börvärdet kunde, vid snabb manövrering, det fallet inträffa att även om börvärdet låg inom rätt intervall kom matarvalsarna att fortsätta rotera ett kort ögonblick. För att optimera detta förreglingsprogram måste man istället titta på ärvärdet på matarvalssliden. Om ärvärdet ligger inom tillåtet intervall kan man vara helt säker på att matarvalsarna står helt stilla.

I det andra fallet provade vi att programmässigt stoppa matarvalsarna genom att ställa börvärdet för matarvalssliden till ett värde som låg mitt på slidens överlappning så fort spakvärdet för frammatning av sågsvärd inte låg mot maximal återgång. Fördelen med detta var att matarvalsarna automatiskt stannade så fort en kapning utfördes, vilket för användaren är betydligt enklare än det föregående programmet. Nackdelen är att efter kapningen så startas matningen om spaken för sågmatning dras direkt till maximal återgång och förstör svärdet under dess returrörelse. På aggregatet sitter en givare som indikerar när sågen är helt tillbakadragen. Den måste användas för att man skall få en säker funktion.

Sekvensen blir då:

1. Sågframmatningsspaken indikerar önskad kapoperation.
2. Börvärdet för "rotation matarvalsar" går till ett värde mitt på slidens överlappning.
3. Vänta på att ärvärdet för matarvalsarna indikerar att dessa står helt stilla.
4. Sågmotorn startas och kapningen genomförs.
5. Sågmotorn stoppas.
6. Full returrörelse på sågen.
7. När "såg hemma"-givaren indikerar att sågen är helt tillbakadragen kan "rotation matarvalsar" startas.

6. LITTERATUR

- /1/ P Berg, R Uusijärvi:
Proportionalventil avsedd för seriell kommunikation.
STFI-meddelande serie D nr 174 (1983).
- /2/ P Berg, R Uusijärvi:
Modifieringar av slidventiler för seriell styrning.
STFI-meddelande serie D nr 214 (1984).
- /3/ P Berg, R Uusijärvi:
Förenklad kommunikation mellan huvuddator och två slingdatorer.
TräteknikCentrum, Rapport serie P nr 28 (1985).
- /4/ P Berg, R Uusijärvi:
Utveckling av styrmodell för hållströmsfri slidventil.
TräteknikCentrum, Rapport P 8709053 (1987).
- /5/ R Uusijärvi:
Automation och fjärrstyrning av skogsmaskiner.
Rapport från NSR arbetsmöte i Sverige april 1983.
TräteknikRapport nr 70 (1985).
- /6/ M Theorin:
Digital styrning av sätesventiler. Delrapport 1.
Kungliga Tekniska Högskolan, Intressentgruppen för fluid system-
teknik. Sveriges mekanförbund, best nr 85109 (1985).
- /7/ M Theorin:
Digital styrning av sätesventiler. Delrapport 2.
Kungliga Tekniska Högskolan, Intressentgruppen för fluid system-
teknik. LITH (1985).
- /8/ M Theorin:
Digital control of seat valves. Part 3.
Fluid systemteknisk forskning, rapport nr 86-01.
KTH 1986-09-22.
- /9/ AB Hydrauto:
System Ergo.
Teknisk dokumentation 1982-01-26.
- /10/ Monsun Tison AB.
Katalog. Maj 1983.
- /11/ T Helgesson, S Söderlund:
Kapning med kedjesåg, kapsprickor-kaptid-effektbehov.
STFI-meddelande serie A nr 762 (1982).

Detta digitala dokument
skapades med anslag från

**Stiftelsen Nils och Dorthi
Troëdssons forskningsfond**

TräteknikCentrum

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-14 53 00
Telex: 144 45 tratek s
Telefax: 08-11 61 88
Huvudenhet med kansli

Åsenvägen 9, 552 58 JÖNKÖPING
Telefon: 036-12 60 41
Telefax: 036-16 87 98

ISSN 0283-4634

931 87 SKELLEFTEÅ
Besöksadress: Bockholmsvägen 18
Telefon: 0910-652 00
Telex: 650 31 expolar s
Telefax: 0910-652 65