

# RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 24 2005



## Kranspetsstyrning ger snabbare inläring

**Therese Egermark**  
therese@egermark.net  
**Björn Löfgren**  
Tel. 018-18 85 81  
bjorn.lofgren@skogforsk.se

Med kranspetsstyrning, en teknik där föraren "pekar" med reglaget vart skogsmaskinens kran ska röra sig, går det snabbare att lära sig kranarbetet än i dag, när föraren själv måste styra vilka hydraulventiler som ska öppnas. Det visar en studie som genomförts i Troëdsson Forest Technology Lab, en skogsmaskinsimulator som byggts upp vid Skogforsk.

Sju gymnasieelever fick lära sig köra skotare med kranspetsstyrning i simulatören. Sju andra elever lärde sig samtidigt att köra en riktig skotare med konventionell kranstyrning.

Studien pågick i ungefär två månader. Med jämna mellanrum testades de båda grupperna i simulatören. De fick då köra en kran längs en "hinderbana" på tid. Eventuella krockar och missar gav tidstillägg.

Den grupp som fick arbeta med kranspetsstyrning hade under hela studietiden högre prestation och precision än de som arbetade med konventionell kranstyrning. De som arbetade med kranspetsstyrning upplevde också en betydligt lägre arbetsbelastning.



**Från forskning till tillämpning**

Läs mer på sista sidan!

**Björn Löfgren**

– Det här är en modern kranstyrning som passar dagens "joy-stickgeneration"



## Test i simulator

Kranspetsstyrning testades redan för ett tiotal år sedan, både i provbänk och i praktiskt arbete i en skotare. Resultaten var uppmuntrande, men hittills har ingen maskintillverkare infört tekniken.

I simulatormiljö går det att hitta och kvantifiera skillnader mellan olika styrprinciper. En ny studie gjordes därför på Skogforsk.

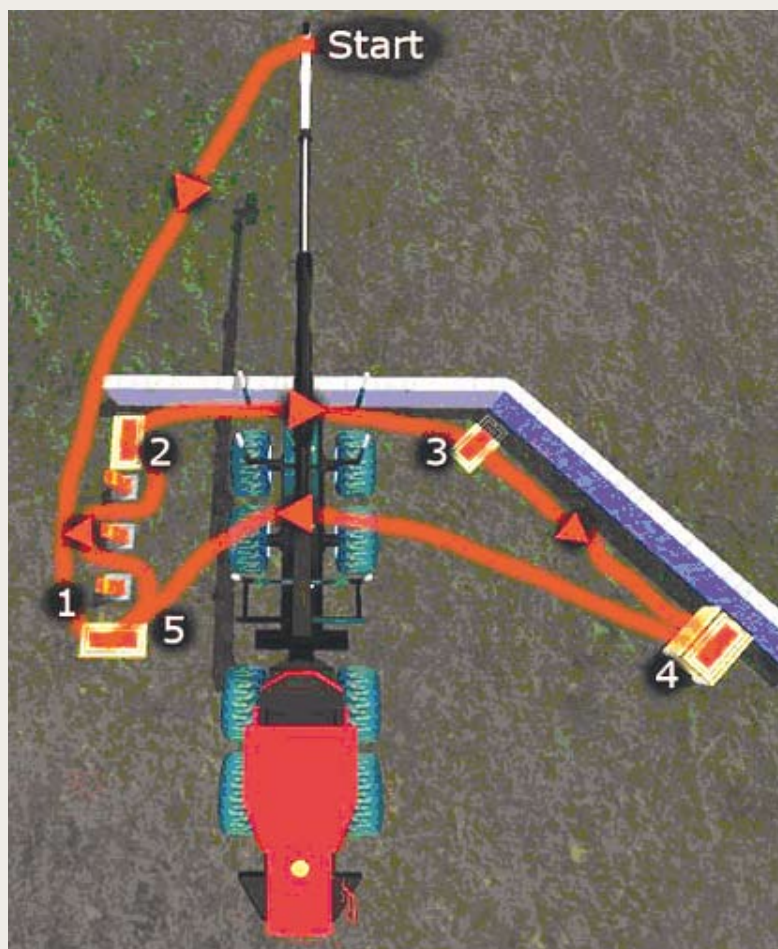
14 gymnasieelever engagerades, 12 från naturbruksgymnasiet Jällaskolan, två från fordonstekniska linjen vid Bolandskolan i Uppsala. Ingen av deltagarna hade tidigare arbetat med skogsmaskin.

Testpersonerna delades in i två grupper. Den ena fick lära sig konventionellt kranarbete i samband med sin praktiska skotarutbildning, den andra gruppen arbetade enbart i simulatorn, där de lärde sig köra skotare med kranpetsstyrning.

Studien pågick i två månader. Efter ca två timmars inläring fick deltagarna köra en standardiserad "hinderbana" i simulatorn. Det gällde att på tid flytta ett litet block från start till mål. Varje krock med ett fast föremål "kostade" 10 sekunders tillägg, varje krock med maskinen själv gav ett tidstillägg på 30 sekunder.

Efter det första testet fick deltagarna träna ca två timmar, sedan gjordes ett nytt test. Totalt genomgick varje deltagare sju testtillfällen, och vid varje tillfälle kördes banan fem gånger.

## Det standardiserade "hinderbanan"



Från startpunkten ska kranen föras till måltavla 1, därefter längs slombanan mellan konerna till måltavla 2, därefter parallellt med muren till måltavla 3, sedan längs den diagonala muren till måltavla 4, slutligen över maskinen till måltavla 1 igen. Där klockas tiden.

**Observera** att det inte ingick något gripmoment i testet.

## Konventionell kranstyrning



Med konventionell kranstyrning måste föraren kombinera spakrörelserna så att kranens spets rör sig i önskad riktning.

**Högerhanden** styr huvudcylindern mellan kranpelare och lyftarm samt gripens rotation via spaken. Öppning och stängning

av gripen styrs av en vipa på reglaget.

**Vänsterhanden** kontrollerar rotation av kranen och vinkling av vipparmen, medan utskjutet styrs av en vipa.

## Kranspetsstyrning



Med kranpetsstyrning styrs kranens spets av en enda spak. När reglaget förs framåt rör sig kranpetsen i en rätlinjig rörelse framåt i horisontalplanet. Förs reglaget åt vänster rör sig kranpetsen åt vänster osv. Datorn

räknar ut vilka cylindrar som ska öppnas för att föra kranpetsen i önskad riktning.

Den andra handen assisterar med sekundära rörelser som öppning, stängning och rotation av gripen.

# Resultat: Snabbare inlärning med kranpetsstyrning

## Högre prestation

Figur 1 visar justerad tidsåtgång. I denna ingår tidstillägg för fel och det är alltså ett samlat mått på snabbhet och precision.

Den grupp som arbetade med kranpetsstyrning hade hela tiden högre prestation än den grupp som arbetade med konventionell styrning. Skillnaden var statistiskt säkerställd under studieperiodens andra hälft.

## Färre fel

Kranpetsgruppen gjorde även färre fel än den konventionella gruppen, vilket framgår av figur 2.

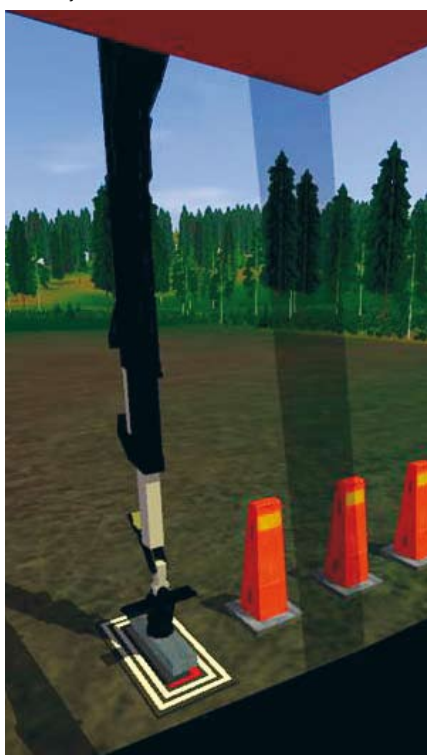
## Snabbare inlärning

I figur 3 har de två gruppernas prestation utjämnats med hjälp av regressionsanalys. Av lutningarna på linjerna ser man att kranpetsgruppen ökade sin prestation snabbare än den konventionella gruppen. Förbättringen var i genomsnitt 9 sekunder per testomgång för kranpetsgruppen mot 1,2 sekunder för den konventionella gruppen.

## Mindre arbetsbelastning

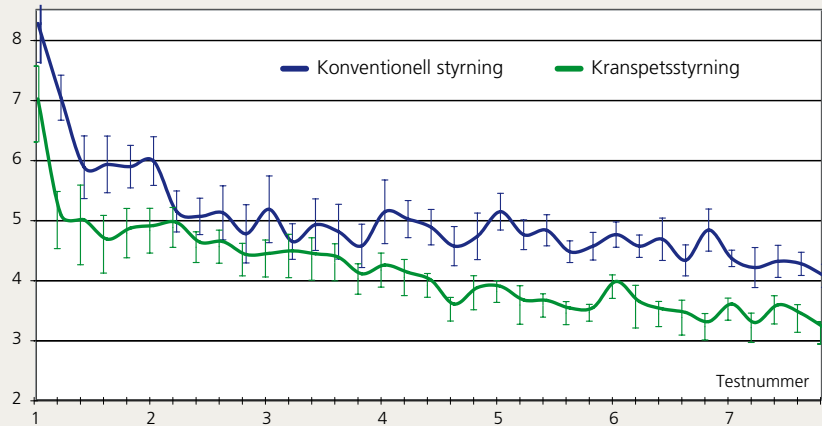
Under utbildningstiden intervjuades grupperna om arbetsbelastningen. Kranpetsgruppen upplevde överlag att arbetet var betydligt lättare än den konventionella gruppen.

Här börjar "slalombanan"



## Prestation

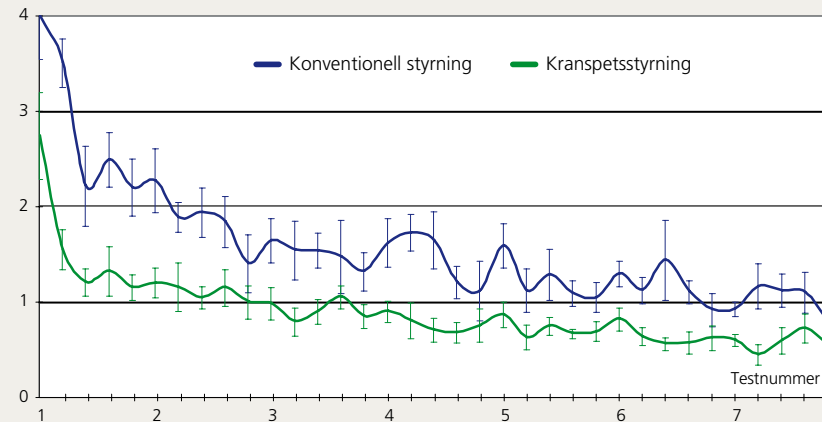
Justerad tidsåtgång, minuter per vända



**Figur 1. Justerad tidsåtgång.** Kurvorna anger tidsåtgången i minuter per vända inklusive tidstillägg för fel vid sju testtillfällen. Vid varje tillfälle fick eleven köra hinderbanan fem gånger. De lodräta staplarna visar variationen. Där staplarna överlappar varandra är skillnaden mellan grupperna inte statistiskt säkerställd. Det är först i slutet av studieperioden som det blir en statistiskt signifikant skillnad mellan grupperna.

## Fel och missar

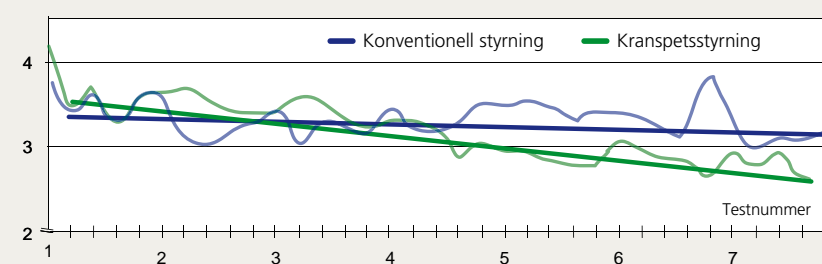
Fel per vända, minuter



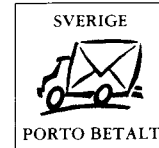
**Figur 2. Felpoäng.** Kurvorna anger tidstillägget för fel och missar. Grupperna är genom alla test väl åtskilda.

## Inlärning

Tid per vända, minuter



**Figur 3. Inlärning.** Regression för tidsåtgång. De räta regressionslinjerna divergerar, d.v.s. skillnaden ökar med tiden. Det visar att kranpetsgruppens förbättring var större än den konventionella gruppen.

**B**

## Diskussion

### Är resultaten tillförlitliga?

Vi tror att resultaten från simulator-testerna är tillämpbara i verkligheten. För det första finns det äldre studier av kranspetsstyrning, och de gav ungefär likartade resultat.

För det andra: i en stor inledande studie som vi gjorde i simulatortesterna blev det en mycket god överensstämmelse mellan simulator och verklig miljö. En erfaren skördarförare fick avverka ett verkligt bestånd. Prestationen klockades och alla träd koordinatsattes och mättes in. Med hjälp av dessa data kunde beståndet rekonstrueras i simulatortesterna, och samma förare fick sedan avverka skogen "på rummet" efter att först ha bekantat sig med simulatortesterna en tid. Förarens prestation blev ungefär densamma i simulatortesterna som i verkligheten.

### Skillnader mellan grupperna

Det fanns en risk att kranspetsgruppen skulle komma att gynnas, eftersom deltagarna var mer vana vid simulatormiljön än de som arbetade med konventionell styrning. För att minimera denna risk lät vi testpersonerna i den konventionella gruppen träna skotar-

arbete i simulatortesterna inför varje körning på hinderbanan.

Ingen av grupperna tränade de speciella momenten i hinderbanan under sina inlärningspass i simulatortesterna.

### Underlättar rekrytering

Den stora vinsten med kranspetsstyrning är att det går fortare att lära sig arbeta effektivt. Tekniken kan alltså underlätta framtida rekrytering av skogsmaskinförare.

Morgondagens maskinförare kommer att hämtas från dagens dataspelande generation. De är vana att arbeta med en joystick, och de kommer säkert ännu snabbare lära sig arbeta med kranspetsstyrning.

### Öppnar för automatisering

Kranspetsstyrning kräver sensorer och styrprogram för kranen. När de väl är på plats har man tagit ett viktigt steg mot att automatisera andra arbetsmoment. Det kan t.ex. handla om automatisk positionering av fällhuvudet i en skördare, lyftning av kranen när trädet fällts m.m. Det kan också handla om automatisk lastning och lossning av skotare.

## English

### Faster training through boom-tip control

Boom-tip control—the technique whereby the forwarder operator simply points the joystick in the direction he wants the machine's knuckleboom to go—offers a much faster learning curve than is possible in today's conventional technology, in which the operator has to control which valves need to be actuated. These are the findings of a study completed in Skogforsk's simulator.

One group of seven trainees was given the task of learning how to operate a knuckleboom forwarder using boom-tip control in Skogforsk's simulator. Another group of seven trainees learnt how to operate a real forwarder using conventional knuckleboom controls.

The study lasted about two months, and both groups were tested in the simulator at regular intervals. They were given a set time to operate a knuckleboom along an obstacle course. Any collisions or missed targets resulted in time penalties.

Throughout the study, the boom-tip-control group achieved both higher productivity and greater precision, and were also under less pressure, than the group training on conventional knuckleboom manipulation.

**Keywords:** Logging / Machine technique.

#### Litteratur

Egermark, Therese. 2005. Kranspetsstyrning. En jämförande utvärdering av kranstyrning för skogsmaskiner utförd i simulator. Arbetsrapport nr 594. Skogforsk.

Simulatortesterna och delar av grundprogrameringen har finansierats av stiftelsen Nils och Dorthi Troëdssons Forskningsfond.

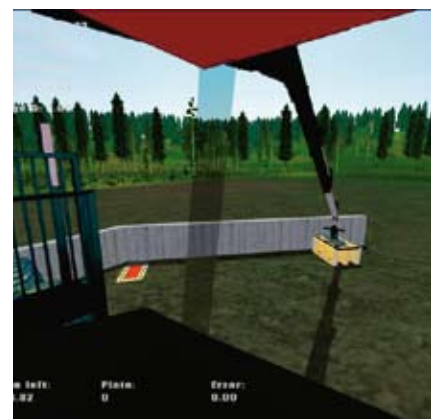
## Från forskning till tillämpning

■ Detta är en pilotstudie, men resultaten indikerar att det finns en stor potential för kranspetsstyrning. Tekniken kan förkorta inläringstiden, öka prestationen och ge en bättre förarmiljö. Dessutom kan kranspetsstyrning vara "snällare" mot maskinen. Kranen kan med ett bra styrprogram arbeta mjukare än i dag.

■ Kranspetsstyrning kräver en hel del teknisk utveckling av sensorer och programvara. Den tuffa miljön i en skogsmaskin ställer också extra krav på de tekniska lösningarna. Det dröjer därför säkert några år innan tekniken kan utnyttjas fullt ut.

■ Maskintillverkarna svarar för det tekniska utvecklingsarbetet, men Skogforsk kommer att stötta med systemutveckling, tester och utvärdering.

Björn Löfgren



Ämnesord: Drivning / Maskinteknik.

Ansvarig utgivare: Jan Fryk

Redaktion: Areca Information AB

ISSN: 1103-4173

Tryck: Gävle Offset AB

© Skogforsk

#### ADRESSER

UPPSALA, Uppsala Science Park, SE-751 83 Uppsala  
Tel. 018-18 85 00

EKEBO, Ekebo 2250. SE-268 90 Svalöv  
Tel. 0418-47 13 00

UMEÅ Box 3, SE-918 21 Sävar  
Tel. 090-203 33 50

[www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se)