

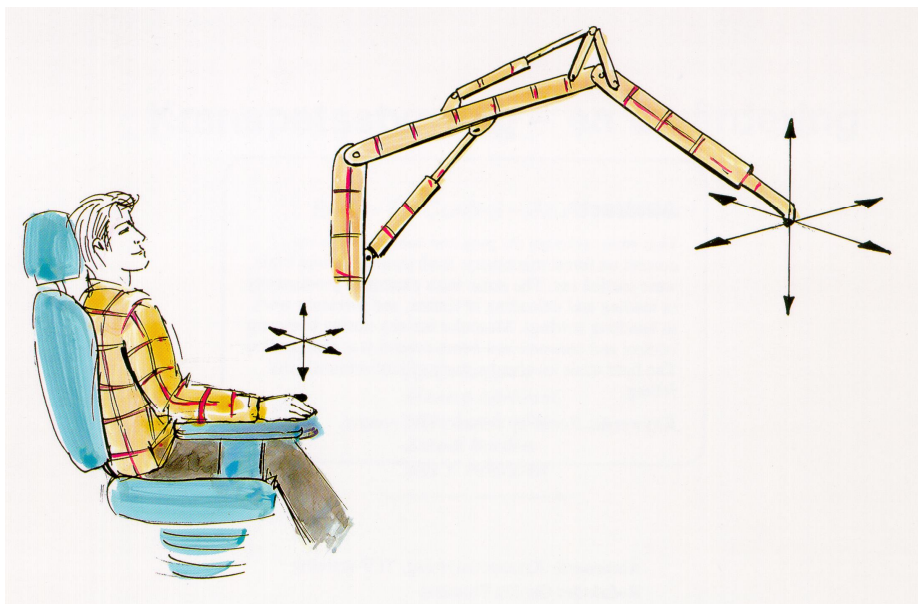
Slutrappport av projekt P12669

## Intelligenta kranar för utomhusbruk

---

Björn Löfgren;  
Henrik I. Christensen; KTH, Håkan Alm & Kjell Ohlsson, HMI

---



**Illustratör till omslagsbild: Anna Marconi**  
**Ämnesord: Kranspetsstyrning**

---

**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 fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. 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:

**SkogForsk-Nytt:** Nyheter, sammanfattningar, översikter.

**Resultat:** Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

**Redogörelse:** Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

**Report:** Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

**Handledningar:** Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

---

ISSN 1404-305X

# Innehåll

Sammanfattning.....	3
Mål.....	4
Aktörer och arbetsuppgifter .....	4
Resultat och slutsatser.....	4
Krav och funktionsspecifikation (bilaga 1) .....	4
Givarteknologi (bilaga 2).....	5
Automation inom skogsbruket (bilaga 3) .....	5
Bilaga 1	Förstudie kranpetsstyrning
Bilaga 2	Sensing for Crane Control
Bilaga 3	Människa–maskinaspekter på morgondagens kranarbete



## Sammanfattning

Förstudien Intelligentia kranar för utomhusbruk pågick från november 1999 till och med april 2000 och finansierades av NUTEK.

Hypotesen var att om man utformar gränssnittet mellan människa och maskin på ett riktigt sätt kan de möjligheter till produktivitet utveckling och produktvärde som modern teknik erbjuder tillvaratas samtidigt som oönskade arbetsmiljöeffekter motverkas. Detta kan ske t.ex. genom att automatisera kranarbetet och låta maskinen själv sköta så mycket som möjligt av det repetitiva tempoarbetet. Därigenom kan förare ägna mer tid åt t.ex. trädval, virkeskvalitet och miljöhänsyn.

Förstudiens syfte var att göra en funktions- och kravspecifikation av ett delautomatiserat kranssystem, s.k. kranstystem, samt att ta fram underlag för vilka styrstrategier som skall tillämpas. En kartläggning av marknaden och vad som pågår inom forskning har genomförts. En undersökning om eventuella patent har gjorts.

En analys av vilken givarteknologi som kan tänkas användas har genomförts. Vidare har vi kartlagt vilka problem som kan uppstå i interaktionen mellan förare och skogsmaskin.

Slutsatserna av förstudien blev:

- Det finns inget kranstystem på marknaden att tillgå.
- Det finns inga patent som hindrar en utveckling och marknadsföring av kranstystem på skogsmaskiner.
- Styrstrategier har tagits fram för kranstystem av kranar för skotare.
- En krav- och funktionspecifikation har tagits fram för kranstystem.
- Lämpliga givare för kranstystem och automatisering är digitala absolutgivare och laserradar.
- Man bör vid automatisering av någon funktion på skogsmaskiner genomföra upprepade teoretiska analyser och empiriska tester av nya designförslag. I dag finns inga perfekta regler för hur man bäst genomför automation av olika typer av processer och denna design process måste ske genom upprepad testning av nya designförslag.

## Mål

Målet med denna förstudie var att göra en funktions- och kravspecifikation för att kunna utveckla kranspetsstyrning av kranar för skogsmaskiner samt att ta fram underlag för vilka styrstrategier som skall tillämpas. Målet har också varit att kartlägga marknaden och undersöka vad som pågår inom forskning samt att göra en kartläggning av vilka problem som kan uppstå i interaktionen mellan förare och skogsmaskinen.

## Aktörer och arbetsuppgifter

I förstudien har följande företag, forskningsinstitut och högskolor deltagit:

Partek Forest AB	Deltagit i arbetet med krav- och funktionsspecifikation. Bilaga 1.
SkogForsk	Deltagit i arbetet med krav- och funktionsspecifikation. Bilaga 1.
CAS, KTH	Deltagit i arbetet med givarteknologi. Bilaga 2.
HMI, Linköping	Deltagit i arbetet med problematik kring automation och förare av skogsmaskiner. Bilaga 3.

## Resultat och slutsatser

Styrning av kranen och dess rörelser upptar en mycket stor del av förarens arbetstid. Det finns stor anledning till att frigöra uppmärksamhet och effekt till andra angelägna arbetsuppgifter, t.ex. trädval, virkeskvalitet och miljöhänsyn, för att kunna öka produktiviteten.

Kranarbetet kan förenklas genom att införa kranspetsstyrning och automatisering av vissa moment. Även delar av uppberedningsprocessen kan automatiseras så att föraren kan koncentrera sig på de värdefullaste träden, d.v.s. de delar av arbetet som höjer produktvärdet mest.

### ***Krav och funktionsspecifikation (bilaga 1)***

Analyser har gjorts för att utröna hur kranen skall styras med utgångspunkt i de funktionskrav Partek Forest ställt upp. En kartläggning av vad som är tillgängligt på marknaden samt vad som pågår inom forskning har gjorts.

Undersökningarna visar att det inte finns något kranspetsstyrningssystem att tillgå på marknaden. Det har bedrivits forskning inom datoriserad kranstyrning av skogsmaskinkranar framför allt på universitet för att bygga upp kompetens. De projekten har finansierats av TEKES, den finska motsvarigheten till NUTEK. Det har inte kommit ut några praktiskt användbara resultat. Det finns inga patent som hindrar en utveckling av kranspetsstyrning på skogsmaskiner.

Styrstrategier har utvecklats för kranspetsstyrning och dessutom har en funktions- och kravspecifikation har ställts upp.

### **Givarteknologi (bilaga 2)**

För att registrera kranens rörelser och de olika lederna på kranen föreslås att man använder sig av vinkelgivare. Givarna ska vara digitala absolutgivare. För den fortsatta automatiseringen och för att kunna observera olika föremål och hinder föreslås att man använder sig av laserradar som används i par.

### **Automation inom skogsbruket (bilaga 3)**

För att kunna utnyttja automationens fördelar inom skogsindustrin på ett korrekt sätt krävs att effekterna av automatisering noggrant kartläggs och att användarna av skogsmaskiner på ett tidigt stadium deltar i designprocessen. En sådan inriktning bör minimera risken att automatiseringen ger negativa biverkningar.

Följande måste beaktas vid automation av skogsmaskiner:

1. Som första steg krävs att man genomför en uppgiftsanalys i vilken man lämpligen beskriver arbetet med skogsmaskinens kran i termer av en hierarkisk uppgiftsanalys. Detta innebär att arbetet med kranen analyseras i termer av övergripande mål och delmål.
2. Nästa steg innebär att varje deluppgift analyseras noga, i termer av de krav deluppgiften ställer på operatörens kognitiva och andra relevanta förmågor.
3. Efter analysen i steg 2 är det möjligt att på teoretiska grunder föreslå vilka deluppgifter som kan vara lämpliga att automatisera. I detta skede är det av största vikt att operatörerna av skogsmaskiner deltar i processen. Dessa har inbegående kännedom om arbetets natur och kan ge viktig information om vad som de anser lämpligt att automatisera. Ett vanligt misstag är att man först automatiserar en process och sedan finner att användarna varken accepterar eller använder sig av de möjligheter automationen erbjuder.
4. Efter den teoretiska analysen finns underlag för en designspecifikation. En lämplig strategi är att på något sätt genomföra en simulering av detta designförslag och åter använda operatörerna i denna designprocess. Simuleringen kan innebära konstruktion av en fysisk modell (mock-up) eller en simulering med hjälp av datorer (exv. VR utrustning). Modellering i en VR-miljö bereder forskarna nya möjligheter att på ett kostnadseffektivt sätt studera bl.a. mental arbetsbelastning och SA (situationsmedvetande). Fördelarna är också att vi kan simulera besvärliga och farliga avverkningsmiljöer, nya tekniklösningar och nya gränssnittslösningar. Även nya avverkningsmetoder kan med fördel studeras i en VR-miljö.
5. Därefter sker en utvärdering av den nya designen, i form av en väl kontrollerad studie (experimentell, kvasiexperimentell eller fältstudie). Resultaten från denna utvärdering ligger därefter till grund för modifiering

av designförslaget och, beroende på tid och resurser, nya utvärderingar av det modifierade förslaget.

6. En viktig aspekt att ta hänsyn till vid utvärderingen är om operatörerna kan skapa sig en korrekt förståelse av vad och varför den automatiska processen gör vad den gör. Det automatiska systemet bör alltså vara ”transparent”, så att det klart framgår vad och varför det utför vissa uppgifter. Genom att operatörerna har denna förståelse minskas sannolikt risken för många av de negativa biverkningar som har medföljt automation av olika typer av processer.
7. Nästa steg innebär att det designförslag som arbetets fram genom upprepade tester i någon form av laboratoriemiljö testas under realistiska förhållanden. Detta kan i sin tur leda till att ytterligare modifieringar blir nödvändiga.

Som framgår av punkterna 1–7 ovan, bör man vid automatisering av någon funktion genomföra upprepade teoretiska analyser och empiriska tester av nya designförslag. I dag finns inga perfekta regler för hur man bäst genomför automation av olika typer av processer och denna designprocess måste ske genom upprepad testning av nya designförslag.



# **Förstudie kranspetsstyrning**

# **Sensing for Crane Control**

## Människa–maskinaspekter på morgondagens kranarbete