

# FAKTA *Skog*

Sammanfattar aktuell forskning • Nr 4 2000

Sten Gellerstedt

## En robot i skogen

- Inom tio år kan det finnas självgående robotar som hjälper skogsarbetaren att markbereda och röja skog. Robotarna kan ge högre och jämnare kvalitet på utfört arbete, bättre nyttjande av beståndets och trädets egenskaper och en bättre arbetsmiljö för föraren.
- För att en skogsrobot ska kunna arbeta måste robotens förmåga att tolka videobilder och mäta med laser utvecklas.
- Skogsroboten ska stanna direkt när något okänt, t.ex. en bärplockare dyker upp.



*Stina är en modell av en gallringsrobot som utvecklas vid SLU. Robotens skalbaggform och fötter är inspirerade av förebilder i naturen.*

*Foto: Sten Gellerstedt*

**N**u startar forskning kring robotar för skogsarbete vid institutionen för skogshushållning, SLU i Uppsala. Syftet med projektet är att:

- identifiera och genomföra relevant forskning kring högt automatiserade system för skogsbruk
- studera möjligheter att använda autonoma delar i befintliga system
- utbilda inom området.

### En helt ny typ av maskiner

Om tio år kan vi använda en helt ny typ av maskiner för att markbereda, så, plantera, röja, avverka och transportera i terräng. Det kan då vara möjligt att smidigt arbetsleda en maskin, utan direkt styrning av föraren. Dessa maskiner kommer själva att kunna navigera och ta sig fram i terrängen, vara försedda med "seende" kran och hasensorstyrda verktyg. Föraren frigörs från den direkta styrningen av maskinen och får i uppgift att noggrannt planera, rapportera och utvärdera sitt arbete. Det kan revolutionera skogsbruket och ge högre och jämnare kvalitet på utfört arbete och ett mer effektivt nyttjande av beståndets och trädet egenskaper. Förhoppningsvis

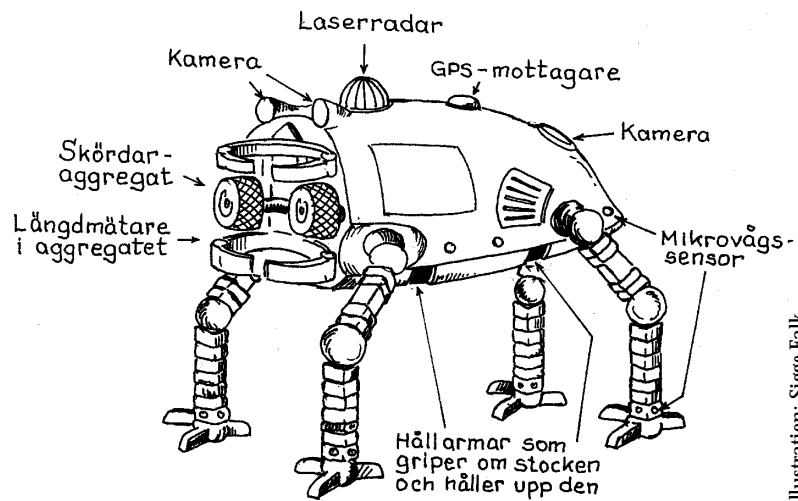


Illustration: Sigge Falk

**FIGUR 1. Skiss av en gående skördarrobot (höjd 2 meter, bredd 1,5 meter; vikt 2,5 ton). En GPS-mottagare håller reda på var maskinen är. Laserscannern skapar en lokal karta över omgivningen. Med hjälp av denna karta och de två kamerorna finner roboten träden. Sensorer med mikrovågor hjälper roboten att undvika hinder och att passa in i aggregatet runt trädet.**

kommer också kapital- och driftskostnader att sjunka.

### SLU:s roll

Viktiga krav på framtidens skogsmaskiner är att de ska vara mer lönsamma och mer skonsamma mot miljön än dagens maskiner. För att svara mot de kraven pågår utveckling av autonoma, terränggående sys-

tem vid flera olika universitet och tekniska högskolor. Ambitionen är att utveckla mobila basmaskiner, som sedan, i samarbete med olika branscher, t.ex. jordbruk, ska formas till arbetsmaskiner. SLU:s roll är i ett första skede att bidra med kunskaper om skogsmiljön, terrängmaskiner och skogsbrukets arbetsoperationer. I nästa skede ska denna nya genera-



Illustration: Sigge Falk

**FIGUR 2. Skogsarbetaren arbetsleder och tränar sin robot. Vid svåra moment måste han/hon själv styra den. De grova träd som roboten inte klarar faller skogsarbetaren själv.**

tion av maskiner förses med verktyg och kopplas samman med övriga delar i sina respektive produktionssystem, figur 1–3.

### Sensorteknik saknas

Att ersätta eller förstärka människans förmåga att hantera skogens variationer kräver utveckling av de sensorer som läser av robotens omgivning. Robotens förmåga att tolka dessa sensordata måste också utvecklas. För att autonoma system ska fungera i skogen krävs stora investeringar i forskning, utveckling och utbildning kring detta, tabell 1.

### Många forskningsområden

För att utveckla autonoma system för skogsarbete måste de skogliga arbetsuppgifterna beskrivas på ett annat sätt än tidigare. Ny kunskap om säkerhet, styrbarhet, kontroll/uppföljning och underhåll måste tas fram. Forskningsprogrammet är under uppbyggnad och kommer successivt att avgränsas. Här följer några exempel på områden som programmet kan komma att omfatta:

- Att utvärdera behoven av autonoma system för skogsarbete på regionala och internationella marknader.

- Att undersöka förutsättningarna för arbetsprocessen och att beskriva typiska arbetsobjekt, t.ex. röjningsbestånd, och de krav som ställs vid behandling av dessa. Prestationer för dagens metoder ska specificeras med avseende på bl.a. framkomlighet, hastighet och driftkostnader. Tidigare beskrivningar ska kompletteras och anpassas för autonoma system.
- Att beskriva arbetsuppgifter, delmoment och funktioner genom systemstudier. Dessa inleds med att beskriva det man vill göra, t.ex. röja eller markbereda. Graden av självständighet för olika funktioner, för maskinen som helhet och fördelning av uppgifter mellan människa och maskin ska fastställas. Det är viktigt att hitta rätt nivå på flexibilitet och självständighet för systemet. Om dessa faktorer felbedöms kan det ge avsevärda kostnader under systemets hela livslängd.

### Träna roboten

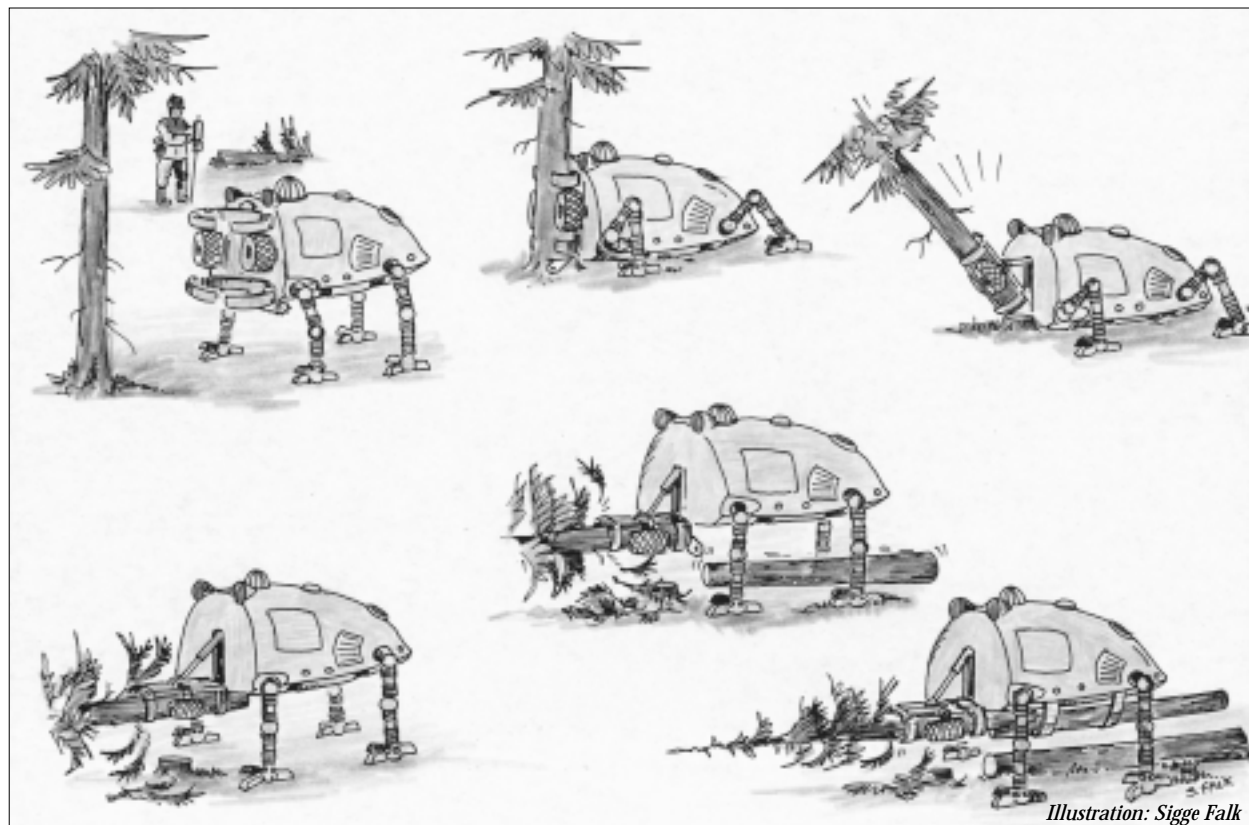
Reglage, displayer och datorprogram som används för att köra roboten måste utformas så att föraren alltid kan överta kommandot. Det kräver att föraren får nödvändig information

och att han förstår vad som sker och varför. Eftersom många sensorer och regulatorer kommer att fungera automatiskt, ungefär som biologiska sinnesceller och muskler, behöver styrsystemet utformas så att föraren kan träna sin utrustning. En uppgift att lösa är hur operatören ska samverka med maskinen vid tolkning av sensordata, t.ex. bilder.

Simulering vid träning av förare och maskin är ett säkrare och ofta billigare alternativ än att direkt använda maskinen i skogen. Utveckling av utrustning och program för "virtual reality"-teknik och simulering av skogsarbete är därför intressant.

### Roboten i skogsföretaget

Det blir viktigt att finna en strategi för utbildning, tekniköverföring och utveckling av organisationen i samband med att den nya tekniken införas. Att använda interaktiv teknik innebär en kontinuerlig utveckling och anpassning av sensorer och funktioner till att lösa uppgifter effektivt och klara nya miljöer. Personal som ska sköta de autonoma systemen måste ständigt fortbildas för att kunna arbeta säkert och effektivt.



FIGUR 3. Roboten finner sitt träd, fäller det och leder in det under kroppen. En sensor under maskinen ser t.ex. färg, årsringars utveckling, tjurved och om det finns röta på stockens ändyta.

Funktion	Uppgift att lösa
<p><b>Säkerhet</b> Roboten ska se operatören och stanna vid risk samt även stanna för okända föremål och hinder.</p>	<p>Skogsarbete med dess långa säkerhetsavstånd, skymda sikt och tillträde för alla ger speciella problem. Föraren, men inte andra, ska kunna närma sig maskinen utan att den stannar. Men vid fara för föraren ska maskinen larma eller stanna.</p>
<p><b>SkogsNavigering</b> Hålla reda på gränser och annan geografisk information, styra maskinen mot viss riktning eller att följa en stickväg. Mer avancerat är att ange färdmål eller att täcka en yta.</p>	<p>En autonom maskin ska förstå sin uppgift, orientera sig och finna sitt arbetsobjekt. Navigering i skogen är i sig ett stort område och kräver fjärrsensorer (t.ex. GPS) för planering och orientering, laserscanner och videobild för lokal navigering.</p>
<p><b>SkogsKör</b> Kunna köra i terräng genom att identifiera lutning, ytstruktur och bärighet och kompensera för detta eller undvika hinder.</p>	<p>Sensorer och aktiv perception/kognition för att finna/bedöma färdväg och arbetsobjektet samt att välja åtgärd är troligen ett av de svårare problemen att lösa. För säker framfart behövs gyro (balans), trycksensorer (bärighet), lägesgivare och mikrovågsteknik (undvika hinder).</p>
<p><b>SkogsArm</b> Precision/snabbhet/effekt i valda rörelser. Automatik för återgång till start, upprepa rörelse, styra mot mål eller utföra ett helt arbetsmoment, t.ex. lossa last.</p>	<p>Kranen (manipulatorn) kan i många fall troligen vara enklare på ett litet och smidigt fordon än på dagens maskiner. Sensorsystemet bör anpassas för att snabbt och med stor precision mäta och styra kranpetsens läge.</p>
<p><b>SkogsHand</b> Nya verktyg kommer troligen att utvecklas för röjning, markberedning, fällning/upparbetning, etc.</p>	<p>Närsensorer behövs för att mäta egenskaper och för att styra fysisk kontakt med arbetsobjekt.</p>
<p><b>Utbildning</b> Ett tidigt steg i projektet är att utbilda inom området. I samband med detta kan en integrering av olika intressen och olika områden ske.</p>	<p>Ta fram kurser och projekt för studerande i samverkan mellan olika ämnesområden. Påbörja utbildning av forskare och forskarstuderande parallellt med en integrering av olika områden mot projektet. Informera och utbilda människor verksamma i näringen.</p>

**TABELL 1. Exempel på delar som behövs för ett autonomt system i skogsarbete.**

Det kommer att inverka på behovet och fördelningen av information och kompetens inom företaget. Var ska tolkning av vad göras, hur ska stöd från andra nivåer i organisationen utformas? Det är viktigt att beakta den utveckling av organisationer, skogsskötselsystem, ekologisk kunskap m.m. som sker kontinuerligt, för att roboten ska passa in i de organisationer som den är tänkt att verka i.

### Röjning en första del

Röjning är en första del i projektet Autonomasystem för skogsarbete där doktorand Karin Vestlund ska arbeta med att:

- finna vilka typer av röjningar som är lämpade för autonoma maskiner
- beskriva krav för basmaskin, sensor- och styrsystem, verktyg samt samverkan mellan förare och maskin med utgångspunkt från den aktuella uppgiften
- finna och kritiskt granska principer för något av det följande: maskinell identifiering av träd, maskinellt vägval vid röjning, manipulator (kran) och verktyg lämpade för autonom röjning, säkerhet för förare och övriga, fördelning av funktioner människa/maskin, övervakning, styrning och samverkan med beslutsprocesser.

### Ämnesord

Skogsteknik, robotik, arbetsvetenskap

TekniskD *Sten Gellerstedt* är docent och lektor vid inst. för skogshushållning, SLU, Box 7060, 75007 Uppsala. Tel. 018-673818.

E-post: [Sten.Gellerstedt@sh.slu.se](mailto:Sten.Gellerstedt@sh.slu.se)



Ansvarig utgivare:  
Redaktör:

Internet:  
Prenumeration, distribution  
och lösnummerförsäljning

Pris:  
Tryck:

Göran Hallsby, Institutionen för skogsskötsel, 901 83 UMEÅ  
Lotta Möller, SLU Informationsavdelningen, Box 7077, 750 07 UPPSALA  
Telefon: 018-67 21 34 • Telefax: 018-67 35 20 • E-post: [Lotta.Moller@info.slu.se](mailto:Lotta.Moller@info.slu.se)  
[www.slu.se/forskning/fakta.html](http://www.slu.se/forskning/fakta.html)  
SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA  
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 28 54/67 35 00  
E-post: [Inger.Blomstedt@service.slu.se](mailto:Inger.Blomstedt@service.slu.se)  
300 kr + moms  
SLU Reproenheten, Uppsala, 2000  
ISSN 1400-7789 © SLU

