

ADI vid maskinell rövning

– lägesrapport hösten 1996

Staffan Mattsson

Arbetsrapport nr 348
1997

Title:
Creator: ArcView Version 2.1
CreationDate: Tue Apr 23 18:29:09 1996

SkogForsk, Glunten, 751 83 UPPSALA
Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

SkogForsk

– Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolagen, skogsägareföreningarna, 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. Forskning och utveckling bedrivs inom fyra huvudområden: råvara och marknad, förädling och förökning, skötsel och miljö samt driftsystem. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien Arbetsrapporter dokumenterar långliggande försök, 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.

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Bakgrund och syfte.....	4
Genomförande.....	4
Markvärd, personal och maskin.....	4
ADI på maskinen	5
Manuell kontrollinmätning	5
Resultat.....	6
Maskinens löpande position	6
Resultat av inmätningen av kranens aktivitet	8
Inmätning av ytstruktur	8
Manuell provyteinventering	8
Inmätning med lutningsgivare på maskinen	9
Analys och diskussion.....	10
Inmätning och beskrivning åtgärdad areal.....	10
Tidsåtgång per arealenhet	12
Samband mellan tidsåtgång och stamantal	12
Tidsåtgång	13
Stamantal	13
Korrelation mellan tidsåtgång och stamantal	14
Inmätning av terrängsvårigheter	14
Ytstruktur	14
Lutning	15
Slutsatser.....	16
Referenser	16
 Bilaga 1 Beskrivning av försöksobjekt och provytor	 17
 Bilaga 2 Provytornas rumsliga fördelning	 18

Sammanfattning

Med hjälp av GPS och olika givare går det att samla in stora mängder data från en maskin i drift. Ur dessa data kan sedan erhållas olika sorters information. Syftet med denna rapport är att visa några exempel på vilka typer av data som kan samlas in och vad som kan göras med dessa. Studierna som här redovisas har genomförts på en röjmaskin men resultaten kan med smärre förändringar appliceras även på andra skogsvårdsmaskiner. Därtill har liknande teknik med framgång testats på engreppsskördare i gallring.

Under studierna har en GPS-mottagare, en lutningsgivare samt givare som anger maskinens sysselsättning med hjälp av kranreglagen kopplats till en datasamlare i en röjmaskin. Med denna utrustning har information om maskinens position, framryckningshastighet, sysselsättning och sidlut samlats in. Utifrån positions- och sysselsättningsdata kan sedan bearbetad areal, produktivitet, körmönster och objektets topografi beräknas och presenteras dels i sifferform, dels i kartform med hjälp av ett GIS. Resultaten från studierna antyder också att det utifrån prestationsdata går att bedöma beståndets stamtäthet, vilket innebär att det motsatta också bör vara möjligt, d.v.s. om beståndets täthet är känd bör det gå att prognostisera prestationen. Inmätningen med lutningsgivaren gav negativt resultat. Förarens möjligheter att välja väg medför att ytstrukturen inte i någon nämnvärd omfattning påverkar maskinens sidlut, trots att detta med största sannolikhet påverkar produktiviteten.

Slutsatserna av de hittills genomförda studierna är att det med dagens teknik bör gå att ta fram användarvänliga förarhjälpmedel och uppföljningsinstrument, men att det för framtagning av prognosinstrument krävs fortsatta studier.

Inför framtiden kan följande utvecklingsinsatser baserade på ADI vara tänkbara:

- Studier av förarpåverkan på prestationen.
- Framtagning av användarvänliga förarhjälpmedel.
- Fortsatta studier av vilka data som *kan* samlas in.
- Identifiering av data som *skall* samlas in.
- Optimering av mängden insamlade data (komprimering, filtrering etc.).
- Kopplingar till andra datainsamlingstekniker såsom digitala flyg eller satellitbilder m.m.
- Bedömning av ekonomiska, biologiska och organisatoriska vinster med ADI.

Bakgrund och syfte

Sedan 1993 har SkogForsk genomfört försök med olika former av GPS-baserad automatisk datainsamling (ADI) på röjmaskiner. Syftet med studierna har varit att belysa möjligheterna att automatiskt mäta och beskriva åtgärdad areal, maskinernas produktivitet och dess beroende av beståndstäthet och olika terrängsvårigheter, och då framför allt ytstruktur och lutning, samt att åstadkomma ett datorstött hjälpmedel för förarna under detaljplaneringen av arbetet. Ett mer långsyftande mål med studierna är att belysa möjligheterna att använda ADI för uppdatering av beståndsregister och för framtagning av datorstödda hjälpmedel för mer långsiktig resursplanering. Att studierna fram till dagsläget koncentrerats på röjmaskiner bottnar i att dessa maskiner arbetar i relativt öppen terräng, vilket underlättar GPS-mottagning samt att de utför ett, tekniskt sett, okomplicerat arbete där produktiviteten kan mätas som bearbetad areal per tidsenhet.

Förutom grundläggande försök under kontrollerade, teoretiska former har fem olika fältstudier genomförts. Den första utfördes som en mycket grov pilotstudie med icke ändamålsenlig utrustning men gav trots detta lovande resultat. Studien finns avrapporterad i stencilform (GPS i driftuppföljning av röjmaskiner en pilotstudie, Nordmark, U. 1993-06-15).

Inför den därpå följande studien, som genomfördes våren 1994, hyrdes en utrustning för positions- och skördemätning på skördetröskor in från Jordbrukstekniska Institutet (JTI). Denna utrustning visade sig dock inte hålla måttet och avskrevs. Resultaten finns ej rapporterade annat än som minnesanteckningar.

Studie nummer tre genomfördes sommaren 1995. Denna studie var den första där lutningsgivare användes för ytstrukturinmätning och där maskinens position korrigerades i realtid med RDS (vid de tidigare studierna hade positionerna korrigerats i efterhand med hjälp av en referensstation på en känd position). Denna studie har rapporterats i stencilform (GPS och lutningsmätare på röjmaskin pilotstudie sommaren 1995. Mattsson, S. 1995-10-16). Kontentan av denna pilotstudie var att metoden ansågs mogen att testas i större omfattning och under praktisk drift.

Studie nummer fyra och fem genomfördes under hösten 1995 respektive under sensommaren 1996. Första steget i avrapporteringen av dessa studier görs i denna stencil.

Genomförande

Markvärd, personal och maskin

Markvärd för båda studierna var Stora Skog AB, Forshaga bevakning. Maskinen var en FMG 0450 med portalaxlar och smala däck. Under studierna kördes maskinen av Ove Kvick och Anders Björkman. Bestånden som röjdes var relativt heterogena bestånd med medelhöjder på mellan en och två

meter. Beståndet i den första studien var olövat, medan det i studie nummer två fortfarande var fullt lövat. Vad gäller ytstruktur och lutning var variationen inom objektet från -95 relativt stor. Studien -96 lades upp något annorlunda och objektet delades in i tre olika delobjekt, vilka skilde sig från varandra främst vad gällde ytstruktur och stamantal. Inget av de tre delobjekten varierade med avseende på lutningen.

ADI på maskinen

Båda studierna genomfördes efter samma mönster. I maskinen placerades en dator, Husky Hunter FC 486. I denna dator samlades dels information om maskinens position i latitud, longitud och altitud från en GPS-mottagare med realtidskorrektion via RDS, dels information om maskinens lutning i sidled via en lutningsgivare och slutligen information om maskinens sysselsättning med hjälp av givare som angav huruvida kranen användes eller ej. Position och sysselsättning samplades en gång per sekund medan sidlutet samplades två gånger per sekund. Maskinen kördes i normalt röjningsarbete utan några speciella hänsyn till att datainsamling pågick. I den studien som genomfördes -95 pågick datainsamlingen på ett och samma objekt under tre dagar, medan studien -96 begränsades till en dag.

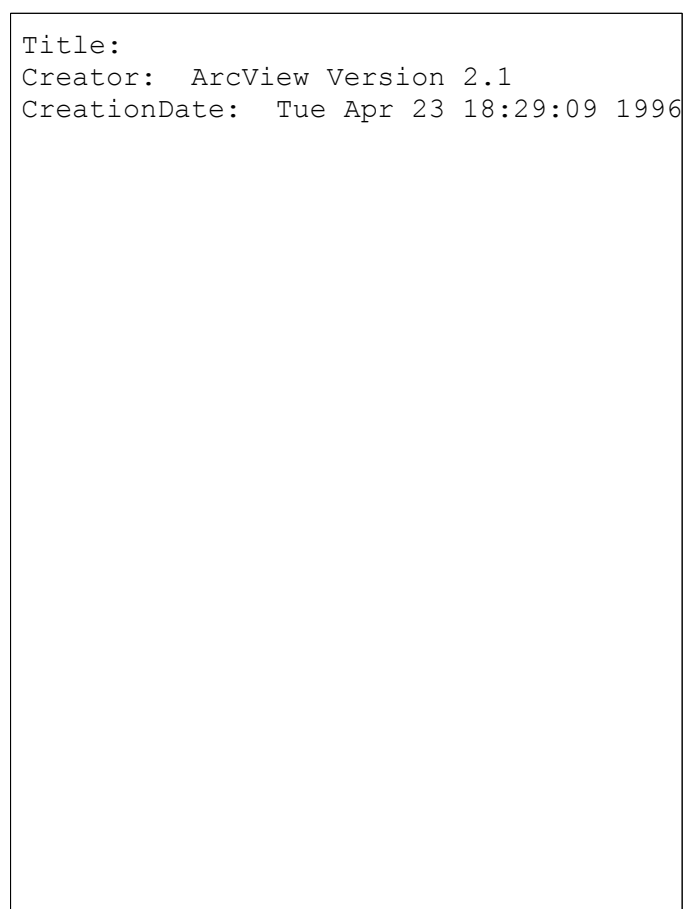
Manuell kontrollinmätning

Efter röjningen mättes objekten in med avseende på stamantal före och efter röjning samt terränghinder. Syftet var att skapa en form av facit att jämföra den automatiskt insamlade informationen med. Inmätningen utfördes på systematiskt utlagda provytor vilka samtidigt positionsbestämdes (latitud, longitud & altitud) med GPS. Provytestorleken var 25 m² (2,82 m radie). På varje provyta räknades antal kvarstående och nedröjda stammar samt antalet hinder i 10 cm höjdklasser. Medelvärden och spridningsmått från provyteinventeringen redovisas i bilaga 1.

Resultat

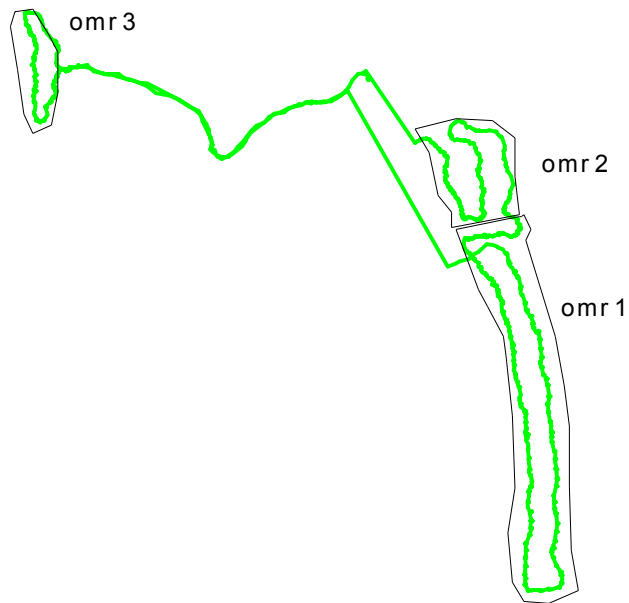
Maskinens löpande position

I figur 1 presenteras maskinens körmönster från studien utförd -95 taget direkt ur rådatafilen, d.v.s. helt utan efterbearbetning. Som framgår av figuren är spridningen relativt liten och har endast en outlier (inringad). På två ställen kan avbrott noteras i positionsbestämningen (streckad linje). Dessa avbrott orsakades av datasamlarens bristande funktion och avbrotten har inget samband med funktionen hos den övriga utrustningen. På grund av den stora datamängden som ligger bakom bilden redovisas resultatet med hjälp av ett GIS, närmare bestämt Arc/Info.



Figur 1.
Maskinens körmönster samt objektets yttergränser under studien -95 redovisat obearbetat med hjälp av Arc/Info. Körsträckor utanför objektet består av vändningar och transportkörningar. Objektets area = 3,7 ha.

Figur 2 visar maskinens körmönster under studien som genomfördes -96. Endast position under röjningsarbete ingår. Som figuren visar uppstod inga avbrott eller orimliga outliers under inmätningarna. Tack vare den begränsade datamängden har redovisningen kunnat göras med hjälp av kalkylprogrammet Excel. Delobjekten är numrerade efter ytstrukturens svårighetsgrad där delobjekt ett är lättast och tre svårast.



Figur 2.
Maskinens körmönster samt de tre olika delobjektens yttergränser under studien -96 redovisas obearbetat med hjälp av Excel. Linjerna utanför yttergränserna härrör från förflyttningar mellan delobjekten.
Area: Delobjekt 1 = 0,46 ha, delobjekt 2 = 0,17 ha och delobjekt 3 = 0,09 ha.



Figure 3

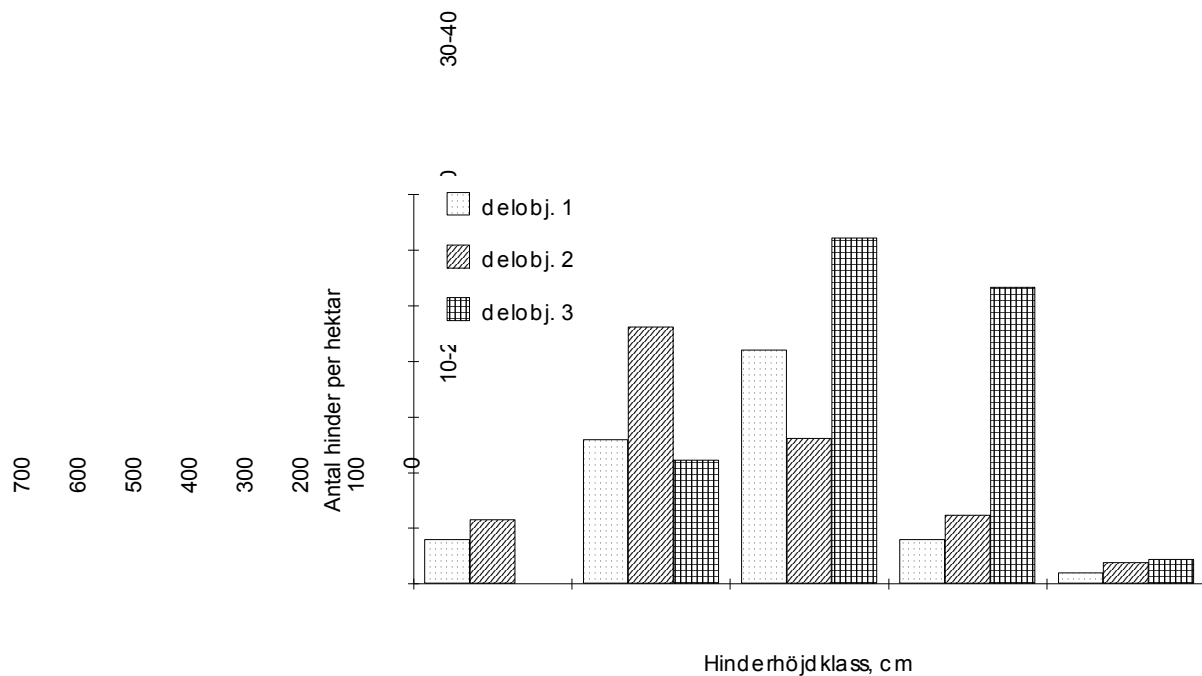
Exempel på hur mätning av kroppens arvning kan användas till att sortera bort föräldrar från en population. Om man jämför kroppens arvning mellan två individer som är föräldrar till ett barn, så kan man se om de är föräldrar till det barnet. Detta kan användas till att sortera bort föräldrar från en population. Detta kan användas till att sortera bort föräldrar från en population.

Inmätning av ystruktur

[illegible]

Manuell provtöjning

Vid den systematiska provytinventeringen är de objekt som inte har någon tydlig förhållande till någon av de fyra provytorna placerade i ett eget område i mitten mellan de båda provytorna. Detta område är markerat med en röd linje och ett rött tecken. Objekt som inte har någon tydlig förhållande till någon av de fyra provytorna placeras i ett eget område i mitten mellan de båda provytorna. Detta område är markerat med en röd linje och ett rött tecken. Objekt som inte har någon tydlig förhållande till någon av de fyra provytorna placeras i ett eget område i mitten mellan de båda provytorna. Detta område är markerat med en röd linje och ett rött tecken.



Figur 4.
Antal hinder per hektar, hinderhöjdsklass och delobjekt.

Inmätning med lutningsgivare på maskinen

Figur 5 visar den kumulerade relativa frekvensen för maskinens lutning i sidled dels vid vägkörning, dels vid körning under driftmässiga förhållanden på tre olika terrängstrukturer från studien -96 och slutligen vid kontrollerad körning i terrängen där föraren ej haft möjlighet att själv välja väg (Mattsson, 1995). Negativa värden på X-axeln motsvarar lutning åt vänster, positiva värden lutning åt höger. Höga hinder ger kurvan ett flackt förlopp och med minskande hinderhöjder blir kurvan brantare. Hypotesen inför försöken med lutningsgivare var att denna kurvas förlopp skulle kunna användas som ett mått på objektens ytstruktur. Som figuren visar har kurvan ett brant förlopp vid vägkörningen och ett flackt förlopp vid den kontrollerade körningen i svår terräng. Vid körning under driftmässiga förhållanden kan dock ingen skillnad ses mellan de tre testade terrängtyperna.

Figur 5.

Kumulerad relativ frekvens för värdena från lutningsgivaren. Observera att värdena från lutningsgivarna anges i Volt. Delobjekt 1–3 = körning under praktisk drift, väg = körning på plan grusväg, kontrollerad körning = körning på snitslad bana där föraren inte själv haft möjlighet att välja väg.

Analys och diskussion

Som tidigare nämnts har de genomförda studierna haft fem olika syften, dels att studera möjligheterna att

- mäta och beskriva åtgärdad areal,
- mäta tidsåtgång per arealenhet (prestation),
- mäta terrängsvårigheter (lutning, ytstruktur),

men också att

- studera samband mellan inmätt tidsåtgång och stamantal samt
- belysa möjligheterna till att ta fram ett datorstött förarhjälpmedel.

Dessa olika syften diskuteras i följande text punkt för punkt.

Inmätning och beskrivning åtgärdad areal

Den åtgärdade arealen kan beräknas genom att en buffert motsvarande maskinens praktiska arbetsbredd läggs på det inmätta körstråket. Områden som omfattas av denna buffertzona bedöms som röjda områden och kan sedan arealberäknas med hjälp av ett GIS. Genom att utesluta positioner där kranens aktivitet, inhämtad från givarna i kranreglagen, varit lika med noll under en vald tidsperiod kan transportkörningar tas bort från arealberäkningarna. Det är också teoretiskt möjligt att med hjälp av maskinens framryckningshastighet beräkna var röjning utförts. Om framryckningen är långsam kan det på goda grunder antas att röjning utförts. Den beräknade arealen kan sedan beskrivas dels i sifferform och dels i form av en kartbild. Tänkbara felkällor med denna teknik är t.ex. fall där föraren under transportkörning röjer väg för maskinen eller fall där maskinen kör i kanten av en lucka och röjer vid sidan av maskinen. Båda dessa exempel ger en överskattning av den röjda arealen och skulle vid behov kunna åtgärdas med hjälp av möjligheter för föraren att påverka bredden på buffertzonen manuellt. Ytterligare en felkälla som ger överskattning av arealen är om maskinföraren ofta vänder utanför objektet. Underskattning av den röjda arealen bör vara mycket sällsynt men kan möjligen förekomma om buffertzonen görs för smal. Den beskrivna buffertzonen är datatekniskt sett enkel att åstadkomma med hjälp av ett GIS.

I figur 6 har en buffertzon beräknad på en arbetsbredd på 12 meter lagts på körstråken från studien gjord -96 (endast område 1 och 2). Som framgår av figuren överensstämmer utseendet på den buffrade zonen och de manuellt inmätta gränserna väl. Arealen på den buffrade zonen är 6 439 m² medan det manuellt inmätta området har en areal på 6 268 m². Den buffrade arealen är således endast 2,7 % större än den manuellt inmätta. Det bör dock observeras

ras att detta är ett litet, homogent objekt där körstråken i stort sett lagts parallellt med de långa kanterna. Mer heterogena objekt och objekt med fler vändningar mot kanter kommer med största sannolikhet att generera ett större fel. Noterbart är också att det endast är röjd areal som uppskattas, inte objektets totala areal.



Figur 6.
Yttergränser på det röjda området från studien -96, körstråk samt buffrad areal motsvarande 12 meters arbetsbredd. Skillnaden mellan buffrad areal och manuellt inmätt dito är 171 m² eller 2,7 % av den inmätta arealen.

Figur 7 visar vilket resultat buffringen ger under mer praktisk drift (studien -95). Arbetsbredden motsvarar 12 meter. Eftersom luckor inneslutna i beståndet ej mättes in finns inget facit på denna mätning. Däremot illustreras problemet med vändningar mot och utanför beståndsgränser väl. Observera att det sista körstråket i objektets södra kant fallit bort på grund av ett datatekniskt fel. Av denna anledning stämmer ej den södra gränsen överens med buffertzonen.

```
Title:  
Creator:  ArcView Version 2.1  
CreationDate:  Fri Dec 13 09:44:46 1996
```

Tidsåtgång per arealenhet

Genom att röjd areal kan beräknas och genom att längre avbrott och transportförflyttningar kan urskiljas kan tidsåtgången för röjningsarbetet per arealenhet i sin tur också beräknas. Denna beräkning kan göras med olika upplösning, från hela objekt, ner till korta bitar av de inmätta körstråken, vilket beskrivs under "Samband mellan tidsåtgång och stamantal".

Samband mellan tidsåtgång och stamantal

Den faktor som har störst påverkan på tidsåtgången vid maskinell röjning och som är enklast att mäta och beskriva är stamantalet före röjning. Med utgångspunkt i de manuellt inmätta provytorna och med hjälp av interpole-

ring mellan dessa kan en karta visande skattat röjstamantal i varje punkt på de inmätta bestånden beräknas. På motsvarande sätt kan också en karta över maskinens tidsåtgång räknas fram. I följande avsnitt beskrivs tillvägagångssätt och resultat av sådana beräkningar.

Tidsåtgång

Tidsåtgången för röjningsarbetet kan beräknas med hjälp av framryckningshastigheten. Genom att med givarna i kranreglagen utesluta all avbrottstid och därefter beräkna den tid maskinen behövt för att förflytta sig mellan två punkter erhålls tidsåtgången för denna sträcka. En röjmaskin under röjning förflyttar sig i allmänhet stegvis mellan olika uppställningsplatser varför den sträcka på vilken tidsåtgången beräknas måste vara så lång att den inte kommer i fas med maskinens förflyttningssträckor. I annat fall påverkas tidsåtgången kraftigt. I det insamlade materialet var den kortaste sträcka på vilken tidsåtgången kunde beräknas 10 meter. Den erhållna tidsåtgången för varje sträcka om tio meter gavs sedan den position som låg på mitten av sträckan d.v.s. ”medelpositionen” för de två punkter som var sträckans start respektive stopp. På detta sätt erhöles, med ca tio meters förband, punkter med den genomsnittliga löpande tidsåtgången för varje punkt. I bilaga 2, visas fördelningen av dessa punkter från studien -95.

Genom att utnyttja en s.k. Kriging-funktion i Arc/Info kan sedan en interpolering mellan punkterna göras. För tidsåtgången erhöles ett bra geografiskt samband mellan punkterna. Resultatet av interpoleringen visas i vänster bild i figur 8.

Stamantal

Stamantalet mättes in med cirkelprovytor och varje provyta positionsbestämde med GPS (standardavvikelsen för positionen begränsades för varje yta till ca 0,5 m. Om högre standardavvikelse uppstod gjordes mätningen om). Därefter genomfördes samma interpolering som för tidsåtgången, högra bilden i figur 8. Det geografiska sambandet mellan punkterna var här betydligt sämre än för tidsåtgången, vilket troligen beror på att antalet provytor var för litet eller att provytorna var för små.

Korrelation mellan tidsåtgång och stamantal

Figur 8 visar resultaten av interpoleringarna för stamantal (vänster) och tidsåtgång (höger). Som framgår av figurerna är överensstämmelsen mellan de båda figurerna relativt god och vid en analys av korrelationen mellan bilderna erhöles en korrelationskoefficient på 0,79, vilket i sammanhanget måste anses som bra.

Title:
Creator: ArcView Version 2.1
CreationDate: Fri Dec 13 10:24:49 1996

Figur 8.
Interpolering mellan dels stamantalet per provyta (vänster), dels tidsåtgång var tionde meter (höger). Ju mörkare ton, desto högre stamantal respektive högre tidsåtgång. Korrelationskoefficient (r) mellan bilderna = 0,79.

Inmätning av terrängsvårigheter

Ytstruktur

Med terrängsvårigheter avses i detta fall ytstruktur och lutning. När det gäller ytstrukturen gav inmätningarna med sidlutningsgivarna vid körning under kontrollerade förhållanden både god upprepbarhet och möjligheter att påvisa skillnader i ytstruktur (Mattsson, 1995). Under praktisk drift kunde dock ingen skillnad ses mellan områden med svår och lätt terräng (se figur 5). Detta beror med största sannolikhet på att föraren haft möjlighet att välja väg och väja för större hinder. Detta innebär inte att svår terräng inte påverkar prestationen utan enbart att sidlutningsgivarna i detta fall inte fungerar som ett mått på ytstrukturen vid maskinell röjning. Vidare finns antagligen en gräns i ytstrukturens svårighet där föraren inte längre kan väja och där terrängen av denna anledning ger ett utslag på givarna. Denna gräns ligger dock vid maskinell röjning förmodligen vid så svåra ytstrukturer att metoden inte är aktuell.

Det uppnådda resultatet innebär emellertid inte att inmätning av ytstrukturen med hjälp av sidlutningsgivare är oanvändbart vid andra skogliga operationer. Røjmaskinen har relativt stor arbetsbredd, hög markfrigång, smala däck och är rent allmänt liten och smidig. Allt detta sammantaget innebär att maskinföraren har lätt att undvika att köra över hinder även om dessa är talrika. Vid andra operationer, såsom markberedning och maskinell plantering med kontinuerligt framryckande maskiner, är maskinerna större och okänsligare för hinder samt mer bundna till bestämda körstråk. Detta gör att förutsättningarna för inmätning av ytstrukturen med dessa maskiner förmodligen är bättre än med røjmaskinen.

Lutning

Beståndets lutningar och höjdvariationer kan skattas med hjälp av de altituder som samlas in med GPS-mottagaren på maskinen. Genom att interpolera mellan de insamlade observationerna på samma sätt som vid beräkningarna av stamantal och tidsåtgång kan en karta över objektets topografi erhållas. Exempel på detta visas i figur 9. Den vänstra bilden är höjddata insamlat manuellt under provyteinmätningen, den högra är höjddata från maskinen taget var tionde meter. Ekvidistansen i figuren är ca 1 meter. Figurerna avviker vid påseende något från varandra men vid en analys av korrelationen mellan bilderna erhöles ändå en korrelationskoefficient på 0,94, vilket måste anses som mycket bra.

Title:
Creator: ArcView Version 2.1
CreationDate: Fri Dec 13 10:16:20 1996

Figur 9.
Höjddata från dels provyteinmätningen (vänster), dels maskinens inmätning (höger) interpolerat med Kriging. Ekvidistans 1 meter. Korrelationskoefficient (r) = 0,94.

Slutsatser

De slutsatser som kan dras på basis av de här rapporterade studierna och av liknande studier genomförda i gallring (Eriksson & Thor 1995) är att det med dagens teknik på skogsvårdsmaskiner (röjning, plantering och markbehandling) går att

- mäta och lagra bearbetad areal,
- beräkna tidsåtgång på hela eller delar av objekt,
- mäta och lagra lutningar (ej ytstruktur),
- mäta och lagra G_0 -tid och
- löpande beskriva körsträcka och position.

Resultatet antyder också att det går att finna samband mellan tidsåtgång och mätbara prestationspåverkande faktorer (i detta fall stamantal) med relativt hög upplösning. Genom att "vända" på detta resultat bör man kunna dra vissa slutsatser om objektet och dess utseende utifrån inmätta värden. På detta område krävs dock betydligt mer forskning.

Utifrån de resultat som erhållits och med dagens teknik bör det dock i dagsläget gå att:

1. Utveckla datoriserade förarhjälpmedel med digital kartbild i maskinen ständigt uppdaterad med aktuell position, bearbetad areal, gränser m.m.
2. Utveckla datorstödda uppföljningsinstrument för både automatisk ajourhållning och ekonomisk uppföljning samt en kvittens på genomförd åtgärd både i form av kartbild och i siffror.

För inmätning av terrängsvårigheter, stamtäthet och för prognostisering av resursbehov med utgångspunkt i digitala flyg- eller satellitbilder e dyl. krävs fortsatt utvecklingsarbete men resultatet från genomförda studier antyder att utvecklingsinsatserna inte behöver vara orimliga för att uppnå sådana mål.

Referenser

- Nordmark, U. 1993. GPS i driftsuppföljning av röjmaskiner en pilotstudie. SkogForsk, Stencil 1993-06-15. Uppsala.
- Mattsson, S. 1995. GPS och lutningsmätare på röjmaskin pilotstudie sommaren 1995. SkogForsk, Stencil 1995-10-16. Uppsala.
- Eriksson, I. & Thor, M. 1995. Kan skördarföraren få hjälp att hamna på rätt gallringsstyrka under gallring? Studie av hjälpmedel baserat på GPS, PC-program och apteringsdator hos Sydved AB. SkogForsk, Stencil 1995-12-21., Uppsala.

Beskrivning av försöksobjekt och provytor

Stamantal

Studien genomförd hösten -95

	Nerröjda	Huvudstammar Barr	Löv	Totalt före röjning	Totalt efter röjning
Medel	8 050	1 420	830	10 300	2 250
Stdavv	9 320	860	770	9 960	1 200
Min	0	0	0	0	0
Max	39 200	5 200	3 200	42 400	7 600

Studien genomförd sommaren -96, delobjekt 1

	Nerröjda	Huvudstammar Barr	Löv	Totalt före röjning	Totalt efter röjning
Medel	7 330	1 180	580	9 100	1 760
Stdavv	6 970	590	480	7 050	580
Min	400	0	0	0	0
Max	28 400	2 400	2 400	30 000	3 200

Studien genomförd sommaren -96, delobjekt 2

	Nerröjda	Huvudstammar Barr	Löv	Totalt före röjning	Totalt efter röjning
Medel	6 480	1 000	820	8 300	1 820
Stdavv	6 770	590	620	7 240	700
Min	800	0	0	1 600	400
Max	24 400	2000	2 400	27 600	3 200

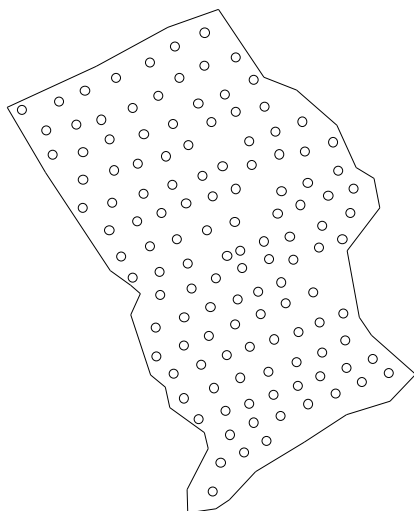
Studien genomförd sommaren -96, delobjekt 3

	Nerröjda	Huvudstammar Barr	Löv	Totalt före röjning	Totalt efter röjning
Medel	19 380	1 640	270	21 300	1 910
Stdavv	13 640	470	450	13 760	330
Min	5 600	800	0	7 600	1 600
Max	40 000	2 400	1 200	42 400	2 400

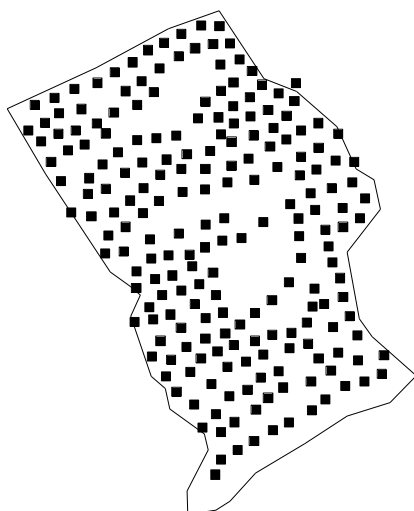
Bilaga 2

Provytorernas rumsliga fördelning

Provytor vid studien -95. Provyteförband 15–20 meter.



Positioner för de punkter mellan vilka tidsåtgången interpolerats. Varje punkt innehåller en tidsåtgång beräknad på körstråket fem meter framåt och fem meter bakåt från punkten. Punkter som ligger utanför yttergränser hörör från vändningar utanför objektet och har uteslutits vid interpoleringen.



Provytornas placering på delobjekt 1–3 vid studien -96
(obs! skilda skalor mellan -95 och -96).

