

## Utnyttjande av digital geografisk information vid drivning

Ingemar Eriksson

---

### **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.

## Innehåll

Bakgrund .....	3
Tillämpningar på kort sikt.....	4
Förutsättningar .....	4
Rationaliseringsvinster och kvalitativa vinster.....	4
Kommunikation.....	4
Förarstöd och planering.....	4
Uppföljning .....	5
Övrigt .....	5
En grov kalkyl .....	5
Intäkter .....	6
Kostnader.....	6
Kalkyl .....	6
Känslighetsanalys .....	7
Tillämpningar på lång sikt.....	8
Förutsättningar .....	8
Fjärranalys .....	9
Prognossystem .....	9
Uppdatering av register .....	9
Styrning av avverkning .....	9
Uttransport av virke.....	9
Slutsatser .....	10
Referenser .....	11



## Bakgrund

Skogsmaskiner förses med allt mer avancerad informationsteknologi. I moderna skördare är det inte ovanligt att det finns tre eller fyra olika datorer med olika uppgifter. Oftast finns en apteringsdator för att underlätta en optimal aptering och för att lagra information om avverkade träd. En annan dator styr maskinens hydraulik och en tredje fungerar som administrationsdator och gränssnitt mot föraren. Ett antal sensorer och givare förser dessa datorer med behövlig information. Via ett nätverk kommunicerar alla komponenterna med varandra. Dessutom blir det allt vanligare att dessa lokala informationssystem kan utbyta information med omvärlden via mobil datakommunikation.

I kontrast till denna digitala revolution sker hanteringen av information som rör *planering* och *uppföljning* av själva drivningsarbetet fortfarande oftast traditionellt. Via en papperskarta och en arbetsinstruktion på en blankett och uppsatta snitslar vet arbetslaget hur drivningen ska genomföras, vilket område som ska avverkas, vilken naturhänsyn som ska tas och hur olika sortiment ska hanteras o.s.v. Ett undantag är styrprislister och produktionsfiler som utgör underlag för aptering och avverkningsuppföljning.

En mycket viktig egenskap för många företeelser i samband med drivning och uppföljning av drivning är dess *geografiska belägenhet och omfattning*. Exempelvis är arealen av en avverkning av central betydelse för fortsatt planering av föryngringsåtgärder. I framtiden kan positionen för ett enskilt träd vara av central betydelse för en effektiv transportplanering och för avancerade fjärranalysapplikationer.

I och med GPS, GIS och kraftfulla datorer finns nu effektiva hjälpmedel för att hantera geografisk information digitalt. Trots att flera studier har gjorts inom skogsbruk i flera länder, har dessa hjälpmedel ännu inte fått något genomslag vid drivning. Anledningarna till detta är flera; planeringssystemen har inte varit tillräckligt utvecklade och tekniken har inte varit mogen. En viktigare anledning är dock sannolikt att det råder en stor osäkerhet om potentialen är tillräckligt stor för att motivera en teknikinvestering och utvecklingssatsning.

Avsikten med den här rapporten är att ge en översikt av vilka möjliga vinster som kan göras. Resonemanget förs med en kort och lång tidshorisont, eftersom en utveckling av planeringssystem, teknik och organisation kan ge helt nya tillämpningar av tekniken. En del av resonemanget passar även in på andra skogliga åtgärder än drivning, vilket inte tas upp här.

# Tillämpningar på kort sikt

## **Förutsättningar**

Först görs några antaganden som med stor sannolikhet kommer att gälla i svenskt skogsbruk inom en inte alltför lång tidsperiod.

1. Skogsbolagen kan hantera geografisk information i GIS på distriktsnivå.
2. Skördarna har pc-datorer med normal kapacitet, där man kan köra tunga Windows-applikationer. Dessa kan registrera information från övriga datorer och givare i maskinen.
3. GPS används i planeringsfasen, varför vi kan utgå från att den geografiska informationen har hög precision.
4. Digital information kan smidigt distribueras i digital form, både via fasta nät eller via trådlös datakommunikation.

Utöver detta antas att skördarna utrustas med GPS samt ett system som kan lagra, analysera och presentera geografiskt knuten information.

I diskussionen antas också att det rör sig om ett skogsbolag som arbetar under normalsvenska förhållanden och med en för dagsläget representativ organisation.

## **Rationaliseringsvinster och kvalitativa vinster**

### **Kommunikation**

En första notering är att om den geografiska informationen hanteras digitalt innebär det att den även kan distribueras i digital form. Den kan gå samma väg som övrig information t.ex. via Internet (Bergström & Eriksson, 1998). Rör det sig enbart om en traktsskiss, är det även fullt möjligt att den sänds trådlöst. Detta bör innebära en ytterligare effektivisering av kommunikationen mellan exempelvis ett distrikt och ett arbetslag.

### **Förarstöd och planering**

Då maskinföraren har en digital skiss med tillförlitlig noggrannhet och där aktuell position anges med några meters noggrannhet, får det sannolikt konsekvensen att markeringar i terrängen med snitslar, annat än i undantagsfall, blir överflödigt. På detta sätt undviks problemet med att se snitslar i snö och mörker. Konsekvensen blir också att föraren med större säkerhet kan ta hänsyn till områden, som av olika anledningar inte ska avverkas samt även speciella faktorer som påverkar avverkningsarbetet, t.ex. kraftledningar. Att kunna hålla korrekta stickvägsavstånd är en annan möjlighet.

Med en applikation som t.ex. beräknar gallringsuttag per hektar kan föraren få ytterligare beslutsstöd (Thor, Eriksson & Mattsson, 1996).

## Uppföljning

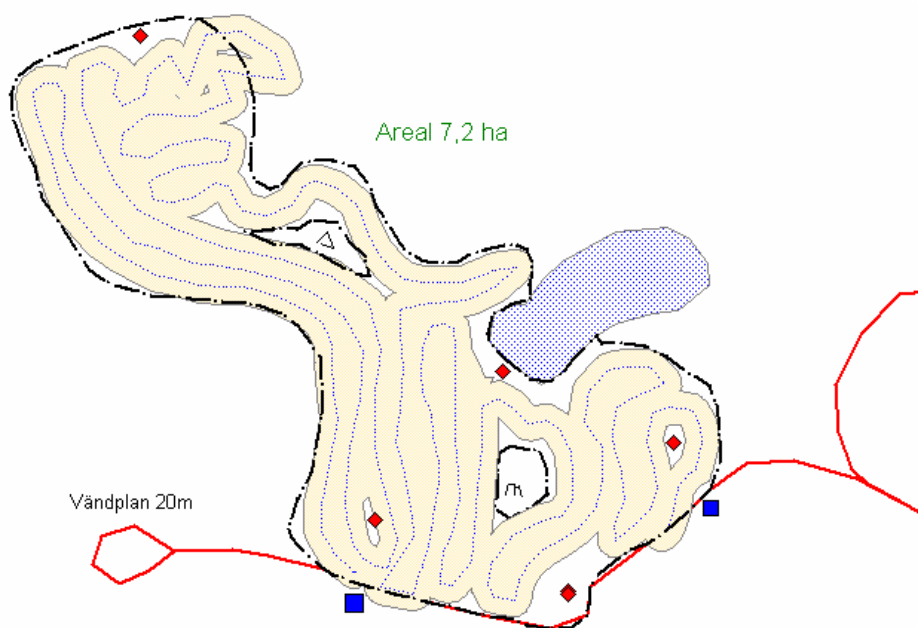
Relativt stora rationaliseringsvinster bör kunna göras i uppföljningen av avverkning. Eftersom maskinens position registreras, kan avverkad areal uppskattas med stor noggrannhet. Kartdatabaser kan också enkelt uppdateras, och information om t.ex. tillvaratagen naturvård och stickvägarnas belägenhet kan sparas.

Information från apteringsdatorerna bör kunna användas för att uppdatera beståndsregister efter gallring. Om informationen om avverkade träd dessutom koordinatsätts, ges möjlighet att uppdatera beståndsregistret, även om avverkningen inte helt har följt beståndsgränserna.

Möjligheterna att geografiskt dokumentera utförd avverkning, blir alltså väsentligt förbättrade, med fördelar i den fortsatta planeringen och för redovisningen gentemot markägare och myndigheter.

## Övrigt

Med kännedom om maskinens position kan en förbättrad larmfunktion skapas, vilket skapar en tryggare arbetsmiljö för föraren.



Figur 1.

Ett exempel på en uppdaterad traktsskiss med hjälp av automatiskt (avverkad areal, stickvägarnas positioner) och manuellt (naturhänsyn, virkesvältor) registrerad information.

## En grov kalkyl

Nedan presenteras tänkbara kostnader och intäkter samt en kalkyl. Beräkningssättet är mycket förenklat och endast avsett att ge läsaren en uppfattning om storleksordningar och vilka faktorer som har störst betydelse.



## Intäkter

Eftersom säkerheten att genomförandet följer planeringen sannolikt ökas, kan antalet fältbesök och muntliga kontakter reduceras, eller i minskad grad behöva utgöra en kontrollerade funktion. Då kommunikationen också blir effektivare kan en del av den tid, som distriktpersonalen i dag ägnar åt fältbesök, sammanställning och mottagande av information om pågående avverkning, i stället ägnas åt planering av kommande drivningar på ett bättre sätt.

Nämnda rationaliseringsvinster vid planering och drivning kanske inte är så stora, men betraktat som ”vardagsrationaliseringar” bör de ändå vara av visst värde. Viktigare är att man får en kvalitativt sett bättre uppföljning och dokumentation.

## Kostnader

En GPS-mottagare med tillräcklig noggrannhet är så pass billig att den utgör endast en liten del av systemets totala kostnad. Kostnaden för applikationsutveckling är svår att uppskatta. Den beror på hur många maskinsystem den totala utvecklingskostnaden kan slås ut på. För varje system kan en licenskostnad för eventuella kommersiella programvaror som ingår tillkomma (t.ex. GIS).

Den största kostnaden, som för de flesta IT-satsningar, är att få systemet att fungera i praktiken med installationer, utbildning och utebliven produktion till följd av driftstopp.

## Kalkyl

Kalkylförutsättningar vad gäller olika storlekar på engreppsskördare framgår av tabell 1. Kostnaderna är antagna. De inkluderar alla kostnader exklusive maskinflytt och administration.

**Tabell 1.**  
**Utgångsläge för engreppsskördare**

Maskin	liten	mellanstor	stor
Utnyttjad tid per år (G15 h)	2 000	2 000	2 000
Produktion/G15 h (m <sup>3</sup> fub)	5	10	25
Produktion/år (m <sup>3</sup> fub)	10 000	20 000	50 000
Produktionskostnad (kr/G15 h)	550	710	760
Produktionskostnad (kr/ m <sup>3</sup> fub)	110	71	30
Årlig produktionskostnad	1 100 000	1 420 000	1 520 000

I tabell 2 framgår kostnader som uppkommer av själva systemet. Kostnaden för applikationsutveckling har uppskattats till 5 000 000 kronor. Där ingår kostnader som t.ex. programutveckling, installationer och praktiska test. Denna siffra, och även antalet system som den kan slås ut på, är grovt antagen.

Licenskostnad inbegriper kostnad för (eventuella) mjukvarukomponenter som systemet bygger på (t.ex. en GIS-komponent). Abonnemangskostnaden avser kostnad för differentiella GPS-korrekationer (Eriksson & Johansson,

1995). När det gäller produktionsbortfall har antagits att 1 procent av skördarens arbetstid går åt för att administrera systemet och hantera eventuella driftstopp.

**Tabell 2.**

**Systemkostnader**

Antal maskinsystem	100
Applikationsutveckling, totalt (kr)	5 000 000
Licenskostnader/maskinsystem (kr)	5 000
GPS (kr)	10 000
Abonnemang (kr)	5 000
Produktionsbortfall (%)	1
Kalkylränta (%)	7
Avskrivningstakt (år)	4
Restvärde (kr)	0
Kostnad – system (kr/år)	30 800

Kostnader för administrativ personal har uppskattats till 300 kr/h och tidsåtgången för ett fältbesök till 4 timmar. Hur många trakter som hanteras av ett arbetslag per år, är starkt varierande beroende på det geografiska läget i landet. Att minst en flytt i veckan görs, är dock ganska vanligt.

**Tabell 3.**

**Förutsättningar–administrativ personal**

Timkostnad personal (kr)	300
Tidsåtgång fältbesök (h)	4
Antal trakter/år, maskinlag	50

För enkelhets skull har produktionsminskningen beräknats som den årliga maskinkostnaden multiplicerat med produktionsbortfallet.

Den årliga kostnaden för systemet har räknats fram ur förutsättningarna i tabell 2 med hjälp av programmet Kalkyl (Arlinger m.fl., 1997).

Om antagandet görs att *nettoeffektiviseringen* för administrativ personal består i ett intjänat fältbesök per trakt och att övriga angivna förutsättningar gäller, får vi resultatet enligt tabell 4. Med nettoeffektivisering avses alltså de effektiviseringsvinster som görs minus det arbete som tillkommer för att förse systemet med information.

**Tabell 4.**

**Kostnader och intäkter**

Maskin	liten	mellanstor	stor
Kostnad – system (kr/år)	-30 800	-30 800	-30 800
Kostnad – ökad tidsåtgång (kr/år)	-10 400	-13 600	-15 200
Intäkt – fältbesök (kr/år)	60 000	60 000	60 000
Resultat (kr/år)	18 200	15 000	14 000

## Känslighetsanalys

Resultatet av kalkylen visar på en vinst för samtliga skördarstorlekar. Eftersom kostnaden för maskinen är större för en slutavverkningskördare får effekten av ökad tidsåtgång större genomslag.

De faktorer som får störst genomslag är den totala utvecklingskostnaden, antalet maskinsystem samt produktionsbortfallet. Vid t.ex. en fördubbling av utvecklingskostnaden (alternativt en halvering av antalet maskinsystem), skulle kalkylen ge ett negativt resultat. En ökning av tidsåtgången till 2 procent skulle ge samma effekt. Med beaktande av de kvalitativa vinsterna, bör man dock kunna tolerera en viss förlust i en kalkyl, baserat endast på rationaliseringsvinster.

Antalet fältbesök varierar mycket mellan olika bolag och även inom olika bolag. Enligt sammanställningar som gjorts på MoDo Skog AB, är det dock inte ovanligt att 4 eller fler fältbesök görs på varje trakt inför och i samband med avverkning. Med 1) ett bättre underlag för diskussion, 2) automatiskt insamlade data om exempelvis yttergränser, 3) en effektivare kommunikation, och 4) en rationaliserad planering, förefaller det rimligt att en arbetsbesparing motsvarande ett av dessa bör kunna uppnås.

Hur organisationen ser ut är en viktig faktor för rationaliseringsmöjligheterna. Som inledningsvis nämnts, utgås resonemanget från en representativ organisation. I en sådan sköts mycket av planeringsfunktionerna av personal på distriktsnivå. Det är troligt att de stora bolagen kommer att genomgå ganska stora organisationsförändringar i den närmaste framtiden. Exempel på detta kan vara att arbetslagen får utökat ansvar och vissa funktioner lyfts från distrikt till förvaltningsnivå. Detta kan påverka kalkylen på flera sätt. Ju mer ansvar som läggs på arbetslagen, desto mindre blir behovet av styrning från skogsbolaget. Med ökade avstånd och minskade möjligheter till fältbesök, ökar dock kraven på en effektiv kommunikation och en noggrann dokumentation och uppföljning.

Värt att nämnas är också de problem som kan uppkomma när det gäller fördelning av kostnader och intäkter mellan bolag och entreprenörer.

## **Tillämpningar på lång sikt**

### ***Förutsättningar***

Utöver de förutsättningar som angivits tidigare kan vi anta att några tillkommer på längre sikt.

1. Planeringssystemen kommer att inbegripa avancerade funktioner för att utnyttja fjärranalysinformation för uppskattning av skogliga variabler.
2. Möjligheten att positionera enskilda träd med hög noggrannhet utvecklas, samt att lagra virkeshögars position och innehåll inom en trakt.
3. Informationssystemen i skotarna utvecklas med möjlighet att lagra och hantera geografisk information.

## ***Fjärranalys***

### **Prognossystem**

I framtidens skogsbruk är det troligt att planeringssystemen utgår från information med högre upplösning än idag. Vid användning av digital fjärranalys, kan värden på olika skogliga parametrar skattas för enskilda bildelement i t.ex. en digital flygbild. Information från flera olika bildkällor kan kombineras för att höja noggrannheten.

Genom att använda markbunden datainsamling och utgå från s.k. geostatistiska samband, kan precisionen i skattningarna höjas väsentligt (Holmgren & Thuresson, 1995).

Med positionerad information från apteringsdatorer kan uppskattade värden jämföras med verkligt utfall. Därigenom ges möjlighet att

1. förbättra skattningen av olika parametrar i den resterande delen av beståndet där avverkning utförs,
2. förbättra skattningen av motsvarande parametrar i bestånd med likartade förutsättningar (skötselhistorik, geografisk belägenhet, ståndortsförutsättningar m.m.),
3. fortlöpande utveckla beräkningsmodellerna för att utifrån markbunden datainsamling via provvytor och fjärranalysinformation göra skattningar.

### **Uppdatering av register**

Med hjälp av positionerad information från apteringsdatorer, kan den skogliga beskrivningen också uppdateras med hög noggrannhet.

### **Styrning av avverkning**

På sikt bör också ges möjligheter till förbättrad detaljstyrning av avverkning, då informationssystemen tillåter att en kontinuerlig uppföljning görs (via mobil datakommunikation).

### **Uttransport av virke**

Med detaljerad kännedom om det producerade virkets belägenhet ges förutsättningar att på ett bättre sätt styra råvaruflödet. Transportplaneringen kan utgå från stubbe i stället för bilväg. Uttransporten skulle kunna optimeras avseende rutter på trakten och val av samlastningsalternativ av olika sortiment. Beräkningsfunktioner kunde också kalkylera kostnaden för att hålla isär olika sortiment på ett bättre sätt.

Utveckling pågår för att optimera transport av virke på bilväg. I Finland finns redan system i praktisk drift där optimeringar görs och där system håller reda på bl.a. timmerbilarnas geografiska position. Motsvarande system vid

terrängtransport bör ge ännu större möjlighet att nå det allt mer övergripande målet, att uppnå aktiv kundorderstyrning.

En systemutveckling för skotare bör vara billigare än motsvarande för skördare, eftersom systemet kan göras relativt fristående från övriga funktioner i maskinen. Kostnaden för ev. minskad teknisk utnyttjandegrad blir också lägre, eftersom driftskostnaden för en skotare inte är lika hög som för en skördare.

Slutligen kan nämnas att drivaren, då den tas i bruk, i ännu högre grad än för kombinationen skördare/skotare, är beroende av en optimerad förflyttning på trakten för att bli lönsam.

## Slutsatser

För det första kan konstateras att både intäkter och kostnader är ganska låga i förhållande till den totala drivningskostnaden. Den marginella effektiviseringsvinsten som (eventuellt) uppnås på kort sikt, är i sig självt förmodligen inte tillräcklig anledning att introducera tekniken. Givet ett informations-system, som på ett bra sätt kan utnyttja insamlade data för den fortsatta planeringen, ökar dock motiven.

En viktig komponent vid marknadsföringen av skogliga produkter är att man kan visa att en tillfredsställande naturvårdshänsyn tagits. Delar i detta är dels att kunna påvisa att man använder sig av metoder som leder till att målen uppfylls i praktiken, och dels att kunna redovisa den hänsyn som tagits.

På lång sikt kan antas att planeringssystemen kommer att vara betydligt mer avancerade samt ställa högre krav på indata. Samtidigt kommer kraven att datainsamling kan göras effektivt med låg personell insats att öka. Den potential som finns i att automatiskt lagra information, måste då utnyttjas så långt som möjligt.

Den kalkyl som redovisats är mycket grov och kan inte ses som en garanti för att tekniken är värd att satsa på i dagsläget. Med fortsatt utveckling och förändrade omvärldsbetingelser kommer nyttan definitivt att öka. Avancerade system för geografisk information vid drivning, blir kanske på sikt en direkt förutsättning för att kunna bedriva ett konkurrenskraftigt skogsbruk.

## Referenser

- Bergström, J. Eriksson, I., 1998. Internet som en informationskanal för ett arbetslag. Redogörelse nr. 1, SkogForsk, Uppsala.
- Thor, M. Mattsson, S. Eriksson I., 1996. Automatisk datainsamling på maskinen – för förarstöd och uppföljning. Resultat nr 19. SkogForsk, Uppsala.
- Johansson, S. Eriksson, I., 1995. Det ljusnar för GPS i skogen. Resultat nr 11. SkogForsk, Uppsala.
- Arlinger, J. Brunberg, B. Nordén, B. Thor M., 1997. Utbyte och Kalkyl-Windowsprogram för utbytes och systemanalyser. Resultat nr 9 1997. SkogForsk, Uppsala.
- Thureson T, Holmgren P, 1995. Avdelningsfritt skogsbruk – gränslöst flexibelt. Fakta Skog nr 14. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

