

# Drivare

– En analys av maskiner för  
avverkning och transport

Ulf Hallonborg



**Omslag:** De två drivarna på marknaden      **Foto:** Tillverkarna

---

**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
Syfte .....	5
Drivare, för- och nackdelar .....	5
Flyttkostnader .....	5
Körning i beståndet .....	5
Kranarbete .....	5
Stickvägsberoende .....	5
Markskador .....	6
Beståndsskador .....	6
Dubbskador .....	6
Kapsprickor .....	6
Sortering .....	7
Drivningsgrad .....	7
Organisation .....	7
Förarmiljö .....	7
Körning i gallringsbestånd .....	8
Rundkörning .....	9
Köra in och vända .....	9
Backa in och köra ut .....	10
Jämförelse av körsträckor .....	10
Uttag .....	15
Objektform .....	16
Små objekt .....	16
Kranarbete .....	16
Terminaler .....	17
Kranrörelser .....	17
Kalkyler .....	18
Maskinkostnader .....	19
Bestånd .....	19
Förstagallring .....	20
Olika Körmönster .....	20
Antal sortiment .....	20
Uttagets storlek .....	21
Basvägskörning .....	22
Andragallring .....	22
Slutavverkning .....	23
Resultat av kalkylerna .....	23
Utvecklingsmöjligheter .....	24
Sammanfattande slutsatser .....	25



## Bakgrund

I och med övergången till engreppsskördare har en integration av fällning och upparbetning skett och allt har placerats i kranspetsen. Det lämnar plats för ett lastutrymme och integration av avverkning och transport. Idén är inte ny. Försök gjordes redan tidigt att integrera transporten i avverkningsarbetet inte minst i Nordamerika där exempelvis Koehring Shortwood Harvester tillverkades i några hundra exemplar (figur 1). Under engreppsskördarens utveckling gjordes också försök med drivare. På en gripskördarförsedd skotare kunde skördaraggregatet bytas mot en grip. Skördaraggregat som kompletterats med gripskänklar provades också liksom aggregat där matarvalsarna kunde fällas undan manuellt. Ingen av dessa lösningar gav en tillräckligt långt gående flexibilitet i valet mellan avverkning och lastning för att utveckling av en effektiv metod skulle kunna ske. I princip fick man en skördare med låg prestation som i arbetet turades om med en dyr skotare.



**Figur 1.**  
**Koehring Shortwood Harvester. En klassisk kanadensisk drivare från 70-talet.**

I Sverige har ett drivaraggregat kallat POGEN tagits fram och tillverkas av en entreprenör, P-O Gunnarsson, i Alfta. Aggregatet är avsett för gallring till medelgrov slutavverkning. Det har studerats av Cederlöf (1997) på en anpassad Hemek Ciceron. Maskinen marknadsförs i den versionen som Hemek 840 (figur 2). Maskinens arbetsområde är vid sidan om och bakom lastbärardelen.



**Figur 2.**  
Pogen eller Hemek 840, en ny drivare för gallring och medelgrov slutavverkning. Foto: Hemek AB.

I Finland har Pinomäki utvecklat en drivare för gallring baserad på deras skotare och aggregatet Pika 300.



**Figur 3.**  
Pika 300 på skotaren 728T, en finsk drivare för gallring.  
Foto: Tillverkaren.

Maskinen arbetar framför sig med ren avverkning vid upptagning av stickvägar och vid sidan om lastbärardelen vid gallring mellan stickvägarna. Den finska maskinen har studerats av Metsäteho (Lilleberg, 1997). Båda drivaraggregaten kan köpas separat och är således inte bundna till en viss basmaskin.

## Syfte

Syftet med denna rapport är att ge ökat underlag för diskussion av drivarsystemets utvecklingspotential samt att ge underlag för utformning av kommande studier. Olika tänkbara arbetsmetoder för drivare inklusive de som normalt används vid drivning med POGEN eller Pika 300 beskrivs och diskuteras. Metoderna diskuteras framför allt med avseende på körning i beståndet och kranarbetet. Dessutom nämns inledningsvis några andra aspekter på drivaren som kan ses som tänkbara för- eller nackdelar för drivaren. I några kalkyler analyseras sedan drivarsystemets egenskaper jämfört med ett konventionellt 2-maskinssystem med engreppsskördare och skotare.

## Drivare, för- och nackdelar

Rubriken indikerar att egenskaperna kan vara av vitt skilda karaktärer alltifrån uppenbara lätt kvantifierbara till mer intuitiva fördelar som kanske inte kan visas kvalitativt. Det finns dock all anledning att tänka igenom alla dessa aspekter och bilda sig en uppfattning om ifall de kan betraktas som för- eller nackdelar i jämförelsen mellan ett drivarsystem och ens egna etablerade system innan man fattar beslut om val av maskin.

### *Flyttkostnader*

Den lägre flyttkostnaden för drivaren bidrar starkt till systemets lönsamhet vid små objekt. Flyttkostnaden per maskin beräknas oftast som en fast kostnad för ställtid samt en rörlig kostnad som beror på flyttavståndet. Vid korta flyttavstånd räknar man ofta med en fast total kostnad.

### *Körning i beståndet*

Maskinernas arbetsområden bestämmer vilka körmönster som är möjliga samt hur lång den sammanlagda körsträckan blir. Vissa kombinationer ger kortare körsträckor än andra. Genom att tillämpa det för maskinen lämpligaste körmönstret kan körsträckan minimeras och tid sparas.

### *Kranarbete*

I drivarsystemet finns en potential att spara in en del tid på kranarbetet genom att en hög kan gripas och lastas direkt efter det att upparbetning skett på högen. Hur stor besparingen kan bli beror på hur många högar som kan lastas direkt och därigenom indirekt på antal sortiment och högarnas placering.

### *Stickvägsberoende*

Drivaren är i princip bunden till stickvägarna. För att få tillräcklig selektivitet i en gallring är det därför mycket viktigt att stickvägsavståndet inte

blir för litet eftersom alltför stor del av uttaget annars måste göras på stickvägsarealen. I besvärlig terräng vill stickvägsavståndet gärna krympa. En drivare bör därför tillåta åtminstone 20 m arbetsbredd och denna måste hela tiden hållas efter.

### **Markskador**

Den möjlighet till minskning av körsträckorna i beståndet som drivaren kan ge minskar antalet överfarter. Alla överfarter sker emellertid på stickvägen som sannolikt är något mindre risad än efter engreppsskördaren, eftersom drivaren inte kan lägga något ris från träd avverkade mellan stickvägarna i dem. Upparbetningen sker ju då mellan träden vid sidan av stickvägen. Detta arbetssätt förekommer även hos många EGS-förare. Om stickvägarna är bättre risade i 2-maskinssystemet så är eventuella körstråk mellan dem inte risade alls. Det finns i dag inget underlag för att bedöma om den sammanlagda risken för markskador är olika i de båda systemen.

### **Beståndsskador**

Vad gäller avverkningen av stickvägsträd och fällningen av träd mellan stickvägarna borde det inte finnas några skillnader mellan systemen i risken för att skada stående träd. Möjligen kan avståndet mellan förare och aggregat ge en något förhöjd risk för en backande drivare. Risken vid skotningen kan anses likvärdig. Eventuella skillnader kan därför antas uppkomma vid upparbetning av selektivt avverkade träd. För engreppsskördaren består risken utöver släpskador i risken att rotänden vid upparbetningen stöter mot stående träd på andra sidan stickvägen. För drivaren är risken förutom släpskador att aggregatet stöter mot stående träd under upparbetningen. Aggregatet befinner sig då inne mellan stående träd. Det finns i dag inte underlag för att avgöra om en eventuell skillnad i skaderisken är till det ena eller andra systemets fördel.

### **Dubbskador**

Kravet på kompakthet hos drivningsaggregatet kan öka frestelsen att återgå till dubbvalsar för att uppnå tillräcklig matningskraft med små matarvalsar. Sådana skador kan möjligen accepteras i rena massavedsavverkningar. Storleken på matarhjulen är starkt förknippad med hur stor matningskraft som kan överföras till stammen och därmed hur stora träd som kan upp- arbetas. Stora matarhjul är emellertid en nackdel vid lastning och lossning. Det här kan innebära en teknisk begränsning av drivarens tillämpningsområde. En utväg kan vara fortsatt utveckling av bandmatning liknande den som ursprungligen fanns på Pogen.

### **Kapsprickor**

Timmeruttag är en viktig faktor i ett drivarsystems konkurrenskraft. Det föreligger alltid en risk att specifika funktioner i ett kombinationsaggregat



blir något sämre tillgodosedda än i specialaggregat. En försämring av kapfunktionen hos ett drivaraggregat jämfört med ett renodlat engreppsaggregat med mer kapsprickor som följd kan inte accepteras. Vid uppärbetning direkt i lasset uppstår en situation utan möjlighet att stödjä rotstockens ände. Det kan leda till högre frekvens av kapsprickor än i 2-maskinssystemet om inte kapfunktionen är minst lika bra som hos engreppsskördaren. Valet av basmaskin till en drivare är därför mycket viktigt. Tillräcklig hydraulkapacitet måste finnas.

## **Sortering**

I drivarsystemet sker skotningen och virkessorteringen i ett tidsmässigt nära samband med avverkningen. Sorteringen görs dessutom av samma förare som har aptringen i färskt minne. Behovet av färgmärkningsutrustning borde därför vara litet. Metoder som i drivarsystemet medger samlastning av upp till fyra sortiment kan relativt lätt beskrivas, men i gengäld saknas möjligheten till sortren skotning. Det är troligt att sorteringen i synnerhet, men även skotningsarbetet i allmänhet, blir svårare ju tyngre drivarens aggregat blir. Det är svårt att tänka sig skotning i slutavverkning med ett aggregat som väger över ett ton.

## **Drivningsgrad**

I drivarsystemet föreligger knappast någon risk att virke blir kvarglömt på objektet. Någon risk för att virket skall snöa över föreligger inte och det kan knappast heller ligga skymt i terrängen, så att det inte blir upptäckt vid skotningen. Sådana risker kan förekomma i 2-maskinssystemet vid slutavverkning men knappast i gallring.

## **Organisation**

Hela drivningen av ett objekt kan sättas bort som en enhet. Samplanering av flera maskiner med olika prestationer beroende på medelstammens variation behövs inte. Skotarens kapacitetsutnyttjande i 2-maskinssystemet kan höjas. Planeringen inom objektet tar naturligt hänsyn till både avverkningen och utkörningen av virket. Bortsättning av hela objekt till någon entreprenör är vanligt även i dagens 2-maskinssystem. Den som i sådana fall kan dra nytta av förenklingen är entreprenören själv som kan låta en av sina förare ta hand om objektet. Samma nytta av förenklingen kan en arbetsledare ha i den egna organisationen. Förenklingen finns där och nyttiggörs på olika nivåer i en organisation.

## **Förarmiljö**

I 2-maskinssystemet sker arbetsväxling för att bryta en enförmig belastningssituation för föraren. Drivaren ger föraren omväxling i arbetet under den tid han sitter i maskinen genom att det intensiva kranarbetet vid avverkning och skotning växlas mot last- och returkörning men i stället måste han sitta i maskinen hela tiden.

## Körning i gallringsbestånd

Beroende på avverkningsform, terrängförhållanden och stickvägsnätets planering kan tre principiella körmönster för drivare urskiljas i gallring. Samma körmönster kan användas i ett 2-maskinssystem. De olika arbetsmönstren åskådliggörs i figur 4. Några beteckningar som används i den fortsatta redovisningen är objektets areal,  $A$ , dess längd i körriktningen,  $L$ , och dess bredd,  $B$ . Maskinens arbetsbredd/stickvägsavståndet betecknas med  $b$  och antalet lass på objektet med  $N$ . Den körsträcka som fordras för att få ett fullt lass betecknas  $l$ .

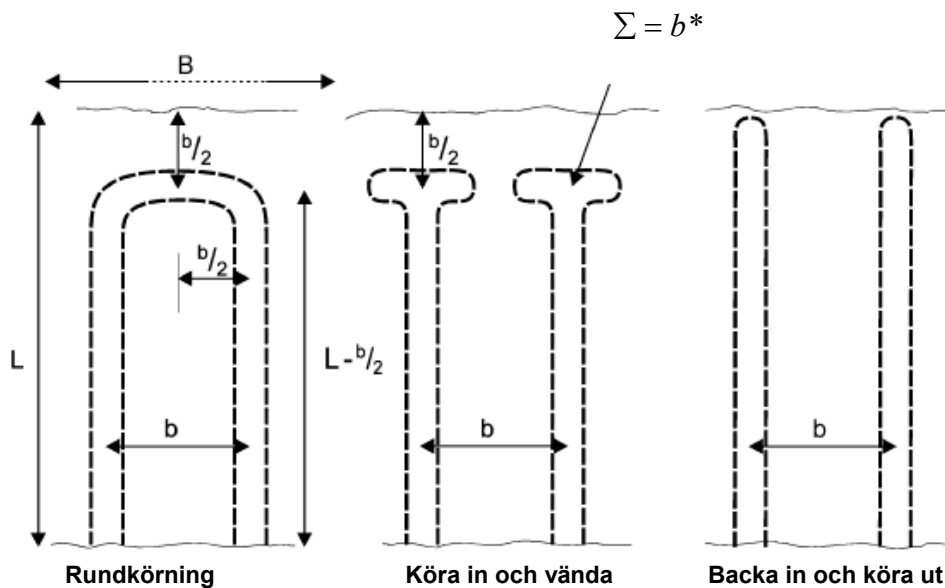
### De tre körmönstren är:

**Rundkörning**, där stickvägarna parvis binds samman vid objektets bakkant. Rundkörning kan tillämpas i alla system om terrängen tillåter. Alltför stort sidlut i objektets bakkant kan vara hindrande. Föraren antas utnyttja kranens räckvidd mot objektets bakkant vid rundningen. Denna vinst motsvarar körningen mellan stickvägarna och slingans totala längd blir  $2 \cdot L$  m.

**Köra in och vända** kräver vändningsutrymme i änden på varje stickväg. Alltför stort sidlut i objektets bakkant kan vara hindrande. Med samma antagande som ovan samt att vändningen motsvarar avståndet mellan stickvägarna motsvarar varje vända även här  $2 \cdot L$  m körning.

**Backa in och köra ut** är ofta tvingande om lutningen i objektets bakkant inte medger något av de andra körmönstren. Eftersom kranräckvidden i stickvägens riktning är begränsad måste maskinen köras närmare bakre objektkanten och stickvägens längd kan sättas lika med objektets längd,  $L$ . För varje lass som hämtas blir körsträckan kortare och kortare, förutsatt att lastningen börjar längst bak.

I vissa fall visar sig en kombination av ovanstående körmönster ge kortast körsträcka. De kombinationerna behandlas senare för respektive maskintyp.



**Figur 4.**  
**Körmönster med använda beteckningar. \*Anger att vändningen motsvarar  $b$  meter körsträcka.**

### Rundkörning

Arbetsmönstret innebär i samtliga system att drivaren respektive engreppsskördaren tar upp stickvägen genom att parvis sammanbinda dem i objektets bakkant. I nästa moment avverkar drivaren vid sidan och lastar men kör fortfarande samma slinga för varje lass. Stickvägsupptagningen ger en överfart motsvarande summan av stickväglängderna, d.v.s.  $A \cdot 10\,000/b$  meter. Skotaren eller drivaren kör sedan  $2 \cdot L$  m för varje lass och alltså totalt

$N \cdot 2 \cdot L$  m. Sträckan är oberoende av var lastningen börjar liksom sträckan  $N \cdot l$  för körning under lastning. Körsträckan med fullt lass minimeras dock om lassen hämtas längst bak med växelvis körning åt vardera hållet. Det kan dock bli två smålass kvar på slutet. Den totala körda sträckan i beståndet vid förstagallring blir således  $2 \cdot N \cdot L + A \cdot 10\,000/b$  meter. Detta är lika för alla maskinsystem.

I andragallring förblir körsträckan densamma för 2-maskinssystemet medan den, under förutsättning att befintliga stickvägar kan utnyttjas, reduceras för drivarna. Minskningen motsvarar stickvägsupptagningen, d.v.s. summan av stickväglängderna,  $A \cdot 10\,000/b$  m. Om befintliga stickvägar inte kan utnyttjas blir körsträckorna desamma som i förstagallring.

### Köra in och vända

Det är det etablerade arbetsmönstret på små objekt för Pika 300, som måste ta upp stickvägen framför sig och inte kan backa ut eftersom lasset skymmer. Om vändningen som angetts ovan antas motsvara arbetsbredden i körd sträcka kommer varje utkört lass att ge dubbla stickväglängden,  $2 \cdot L$  meter, som körd sträcka. Den totala körsträckan i beståndet blir  $2 \cdot N \cdot L$  meter, eftersom stickvägsupptagningen för Pika 300 ingår i utkörningen av

första lasset. Det gör också att det i det här fallet inte har någon betydelse om befintliga stickvägar kan utnyttjas i andragallring.

För POGEN är detta arbetsmönster omöjligt, eftersom den inte kan arbeta framför sig.

För 2-maskinssystemet tillkommer till skotningssträckan  $2 \cdot N \cdot L$  meter en sträcka för stickvägsupptagningen motsvarande dubbla summan av stickvägslängderna. Totala körsträckan i beståndet blir således  $2 \cdot N \cdot L + 2 \cdot A \cdot 10\,000/b$ . För att minimera körningen med fullt lass bör lastningen börja längst bak. Eventuellt smålass får då också kortaste körsträckan.

### **Backa in och köra ut**

Backa in och köra ut är det etablerade arbetssättet för POGEN. I senare gallringar där befintliga stickvägar kan utnyttjas motsvarar körsträckan den som erfordras för skotning i 2-maskinssystemet. Grind och stakar sitter hela tiden på maskinen. Eftersom kranräckvidden i stickvägens riktning är begränsad måste maskinen köras närmare bakre objektanten och stickvägens längd kan sättas till  $L$ . Körsträckan för det innersta lasset blir  $2 \cdot L$  och för det yttersta  $2 \cdot l$ , och alltså i genomsnitt på en stickväg  $(2 \cdot L + 2 \cdot l)/2 = L + l$ . Den totala körsträckan blir då  $N \cdot (L + l)$  eller  $N \cdot L + A \cdot 10\,000/b$ . I förstagallring måste stickvägen tas upp med grind och stakar avlyfta. Om dessa hämtas efter upptagningen av varje stickväg tillkommer körsträckan  $2 \cdot A \cdot 10\,000/b$  meter för detta. Summan blir  $N \cdot L + 3 \cdot A \cdot 10\,000/b$  meter. Om stickvägsupptagningen sker i slinga men avverkning/skotning genom att backa in och köra ut tillkommer bara  $A \cdot 10\,000/b$  meter och summan blir  $N \cdot L + 2 \cdot A \cdot 10\,000/b$  meter. Grind och stakar hämtas i detta fall när maskinen kommit ut efter stickvägsupptagningen och ingen extra körsträcka krävs.

I andragallring kan Pika 300 använda samma arbetsmönster som POGEN. I förstagallring kan Pika 300 också använda samma arbetsmönster som POGEN men får då motsvarande tillägg till körsträckan p.g.a. att den måste ut och vända i stället för att hämta grind och stakar. Stickvägsupptagningen sker vid körning framåt. Arbetsmönster utan vändning av maskinen kan vara motiverade när vändning försvåras av terrängförhållandena.

För 2-maskinssystemet i förstagallring ger skotaren körsträckan  $N \cdot L + A \cdot 10\,000/b$  meter och skördaren  $2 \cdot A \cdot 10\,000/b$  meter, d.v.s. samma som POGEN p.g.a. av att den senare måste hämta grind och stakar.

### **Jämförelse av körsträckor**

I samtliga fall kan körsträckan uttryckas som summan av två faktorer  $N \cdot L$  och  $A \cdot 10\,000/b$  med varierande koefficienter  $x$  och  $y$  för faktorerna. Körsträckan  $S$  kan således skrivas som

$$S = x \cdot N \cdot L + y \cdot A \cdot 10\,000/b$$

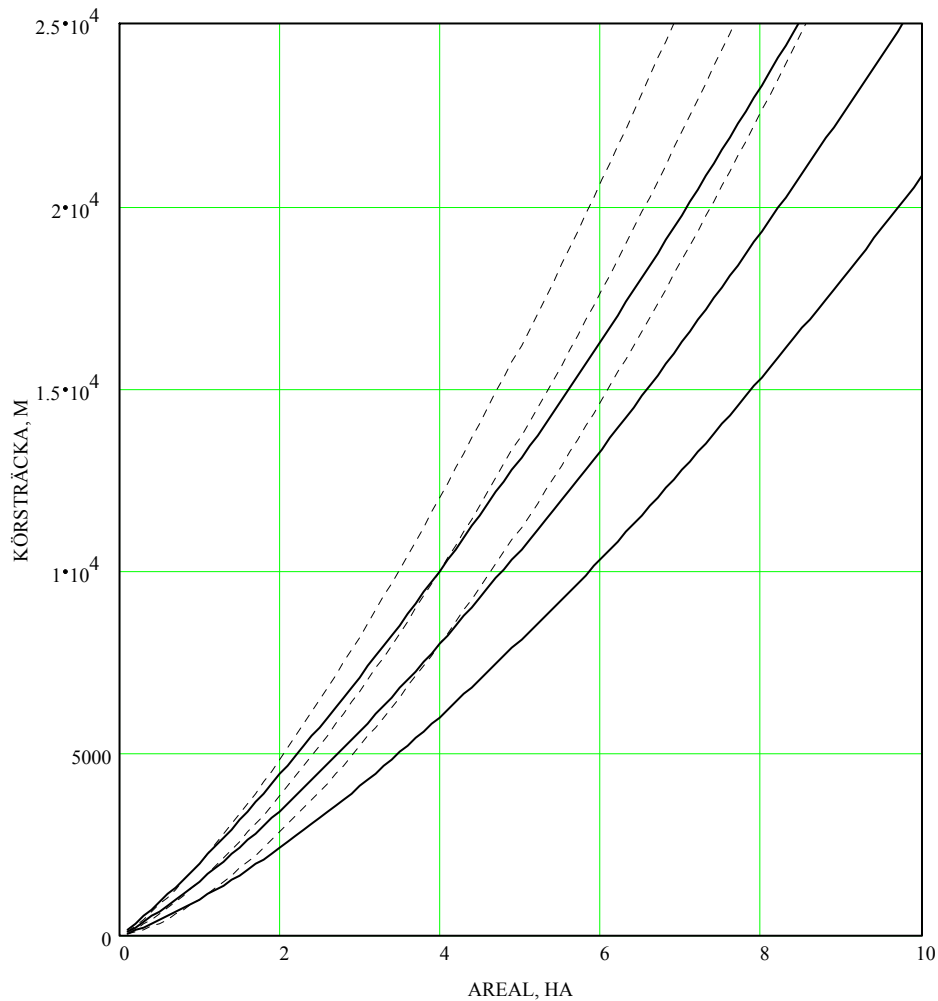
**Tabell 1.**

**Koefficienterna, x och y, för körsträckefaktorerna där den sammanlagda körsträckan för ett system är  $x \cdot N \cdot L + y \cdot A \cdot 10\,000/b$  vid de olika körsätten. Vid 2:a gallring kan befintliga stickvägar utnyttjas.**

System	Avverkn. Form	Rundkörning	Vända	Backa in – köra ut	Rundkörning – backning
2-maskin	1:a gallring	2 + 1	2 + 2	1 + 3	1 + 2
	2:a gallring	2 + 1	2 + 2	1 + 3	1 + 2
Pika 300	1:a gallring	2 + 1	2 + 0	1 + 3	1 + 2
	2:a gallring	2 + 0	2 + 0	1 + 1	–
Pogen 1.0	1:a gallring	2 + 1	–	1 + 3	1 + 2
	2:a gallring	2 + 0	2 + 0	1 + 1	–

I figur 2 visas den totala körsträckan för de olika kombinationer av koefficienter som förekommer i tabell 1. Figuren avser förhållandena på ett kvadratisk objekt med uttaget  $50\text{ m}^3/\text{ha}$ , laststorleken  $10\text{ m}^3$  och maskinens arbetsbredd 20 m. Under nämnda förhållanden är kombinationen rundkörning och backning genomgående effektivast i förstagallring på objekt större än 4 ha för alla system. På objekt mindre än 4 ha kan Pika 300 spara körsträcka på att köra in och vända. I andra gallring är det effektivast för båda drivarna att backa in och köra ut. För 2-maskinssystemet gäller samma som i förstagallring.

2+2,2+1,1+3,2+0,1+2,1+1



**Figur 5.** Totala körsträckor vid olika körmönster enligt tabell 1 på ett fyrkantigt objekt med varierande areal. 2+2 o.s.v. anger kurvorna i ordning efter deras övre ändpunkt. De heldragna kurvorna har alla faktorn  $x=1$  och de streckade faktorn  $x=2$  framför första termen.

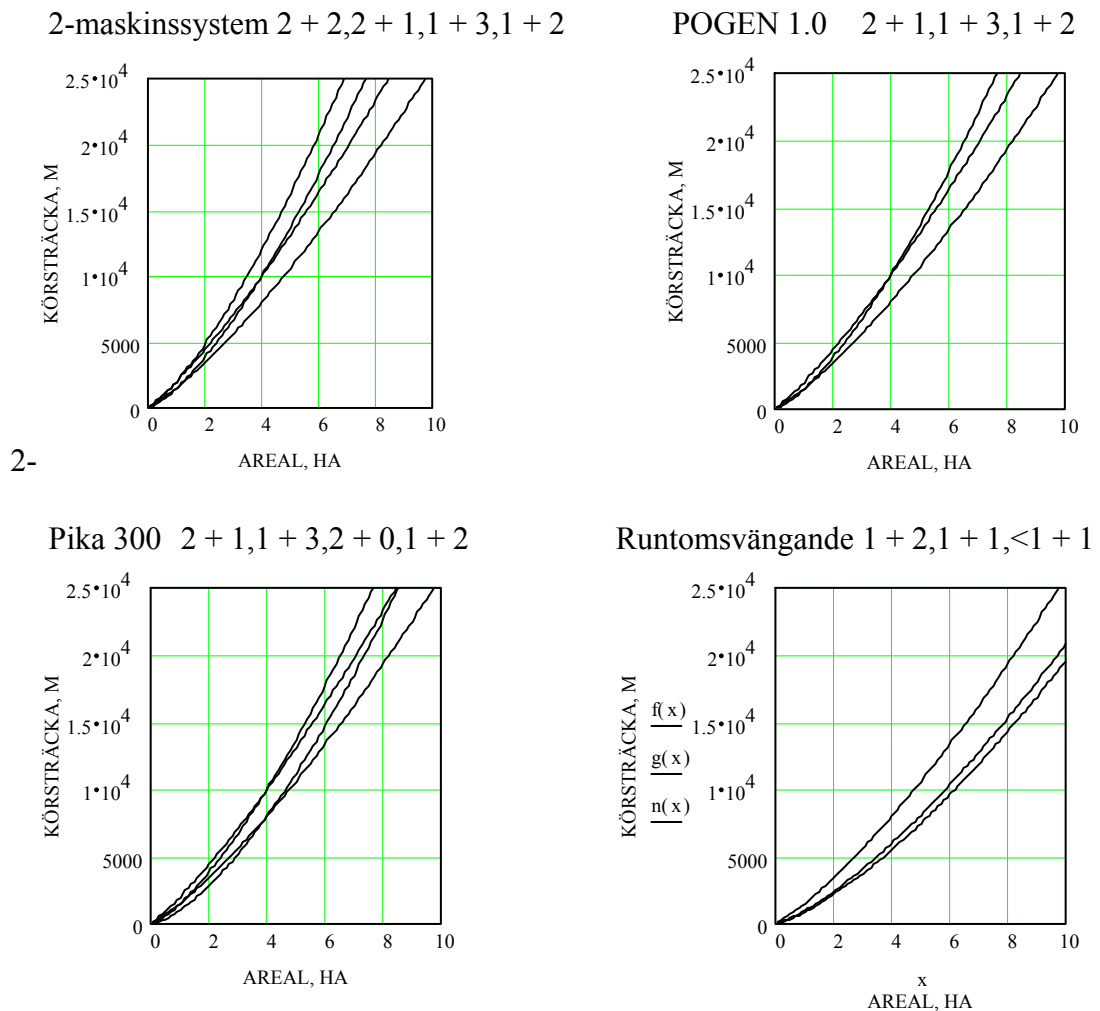
Med hjälp av tabell 1 kan diagram motsvarande figur 5 ritas för varje individuell maskintyp. Vissa kurvor skär varandra, vilket innebär att olika arbetsmönster är effektivast inom olika arealintervall. Varje skärningspunkt kan beräknas genom att uttrycken för körd sträcka sättes lika och arealen löses ut. Det visar sig att alla skärningspunkter kan uttryckas i objektets form och den körsträcka,  $l$ , som erfordras för att fylla ett lass. Objektets form uttrycks som en formfaktor,  $k$ , som är objektets bredd,  $B$ , dividerad med dess längd,  $L$ , i stickvägarnas riktning. Uttrycken för skärningspunkterna framgår av tabell 2. Sålunda skär kurvan 1 + 2 kurvan 2 + 0 vid arealen  $A = 4 \cdot k \cdot l^2$ . Att skärningspunkt saknas har markerats med streck i tabellen.

**Tabell 2.**

**Objektstorlek där kurvorna för olika körsätt enligt tabell 1 skär varandra. Sträckan,  $l = v/(u \cdot b)$ , för lastning i m.**

Areal/10 000, ha	1 + 1	1 + 2	1 + 3
2 + 0	$k \cdot l^2$	$4 \cdot k \cdot l^2$	$9 \cdot k \cdot l^2$
2 + 1	-	$k \cdot l^2$	$4 \cdot k \cdot l^2$
2 + 2	-	-	$k \cdot l^2$

Sträckan,  $l$ , för körning under lastning av ett lass kan beräknas ur uttaget  $u$  m<sup>3</sup>/ha, lastvolymen  $v$  m<sup>3</sup> och arbetsbredden  $b$  m som  $l = v / (u \cdot b)$ . Enligt förutsättningarna för figur 5 är  $l = 100$  m och  $k = 1$ . Tillsammans ger de möjliga skärningspunkter vid 1, 4 och 9 ha. Dessa skärningspunkter återfinns i diagrammen i figur 6 över tillämpliga körsträckor för respektive maskintyp i förstagallring.



**Figur 3.**  
**Tillämpliga kurvor för körsträckor i förstagallring.**

### ***Förstagallring***

För 2-maskinssystemet är det alltid bäst att ta upp stickvägen i rundkörning och sedan backa in med skotaren utom vid mycket små objekt. När arealen blir mindre än  $l^2$ , i detta fall 1 ha, för ett fyrkantigt objekt lönar det sig att köra enbart rundkörning. Man får ju då med sig allt virke efter en slinga på ett lass.

För **POGEN 1.0** är det också bäst att ta upp stickvägen i slinga och sedan backa in. Vid små objekt gäller detsamma som för 2-maskinssystemet. Om maskinen kunde utrustas så att man inte behövde hämta grind och stakar efter stickvägsupptagningen skulle körsträckan kunna minskas motsvarande summan av stickvägarnas längd och följa kurvan  $1 + 1$ . Detta körsätt ger i så fall kortaste körsträckan för alla objektstorlekar över  $l^2$  ha.

Även för **Pika 300** lönar sig rundkörning och backning bäst på stora objekt men redan vid objekt mindre än  $4 \cdot l^2$  för ett fyrkantigt objekt blir körsträckan kortare om man kör in och vänder. Med Pika 300 kan man kombinera vändning och backning in till ett körmönster som ger körsträcka enligt kurvan  $1 + 1$ . Stickvägsupptagning och första lasset tas ut på vanligt sätt med vändning varefter resterande lass och avverkning sker genom att backa in och köra ut.

Pika 300 kan ta upp stickvägen framför sig, köra fram något och avverka selektivt och lasta för att sedan ta upp ytterligare en bit stickväg o.s.v. Föraren måste då vända stolen och kranen ett antal gånger men det är i princip möjligt. Om man vid stickvägsupptagningen i rundkörning tar ut ett lass längst bak på objektet för att sedan backa in, avverka selektivt och lasta nästa lass kan man sänka körsträckan till värden något lägre än vad kurvan  $1 + 1$  anger.

En maskin med **runtomsvängande kran och hytt** skulle underlätta nyss nämnda arbetsmönster. Man spar för varje par av stickvägar halva den sträcka det tar att få ihop ett lass. Körsträckan blir  $N \cdot L + A \cdot 10\,000/b - B/2b \cdot l/2$  meter. För den runtomsvängande maskinen redovisas i figur 6 dels kurvan för övriga maskiners bästa arbetssätt ( $1 + 2$ ), dels körsträckan för POGEN utrustad med fällbar grind och stakar eller Pika i kombinerad vändning och backning samt den runtomsvängande maskinens körsträcka vid stickvägsupptagning i slinga inklusive första lass och därefter backning in. Om terrängen inte tillåter körning i slinga måste även den runtomsvängande maskinen förses med fällbar grind och stakar för att kunna nå kurvan  $1 + 1$ . Det arbetsmönstret ställer även krav på kranens räckvidd i förhållande till lastbärarens längd. Den runtomsvängande kranen har centrum längre från lastbäraren än kranen på t.ex. POGEN.

### ***Andragallring***

Under förutsättning att befintliga stickvägar kan utnyttjas gäller samma förutsättningar för alla drivarna i andragallring, tabell 1, för såväl Pika, POGEN som för den runtomsvängande. Det effektivaste körmönstret är att



backa in och avverka och lasta på vägen ut. Det som kan påverka prestationen är eventuell minskad hastighet vid backning om t.ex. grinden skymmer sikten. Körsträckor enligt kurvan 1 + 1 kan uppnås för drivarna medan 2-maskinssystemets bästa körmönster fortfarande är att, om så behövs komplettera stickvägen i rundkörning och att sedan backa in med skotaren, kurva 1 + 2. Om stickvägarna inte kan utnyttjas, vilket kanske är det vanligaste, blir förhållandena identiska med förstagallring.

### ***Slutavverkning***

Om avverkningen i 2-maskinssystemet antas ske slag vid slag med vändning i slagens ändar blir skördarens körsträcka densamma som vid rundkörning i gallring,  $A \cdot 10\,000/b$  meter. Om skotaren kör rundkörning med successivt avkortade slingor fås samma körsträcka som vid backning in i gallring. Den totala körsträckan följer då kurvan 1 + 2.

Om **drivaren** arbetar i parallella stråk får den körsträcka enligt kurvan 1 + 1, d.v.s. den sträcka motsvarande skördarens körsträcka i 2-maskinssystemet sparas in. I allmänhet sker arbetet sannolikt i mer oregelbundet mönster och det kan vara svårt att uppskatta den totala körsträckan. Den sträcka som sparas in i drivarsystemet bör dock i allmänhet motsvara den sträcka skördaren kört i 2-maskinssystemet.

### ***Fröträdsställningar och skärmavveckling***

Avverkning av en fröträdsställning eller skärmställning ger ett ännu mer oregelbundet körmönster som mer påminner om en ruttplanering där ett antal förutbestämda punkter skall besökas snarare än om ett visst körmönster. Den effektivaste rutten påverkas ej av maskinvalet, men i 2-maskinssystemet skall rutten tillryggaläggas av båda maskinerna. Om laststorleken hos skotaren i 2-maskinssystemet är densamma som hos drivaren bör körsträckan för drivaren i stort sett minska med den sträcka engreppsskördaren har kört i 2-maskinssystemet.

### **Uttag**

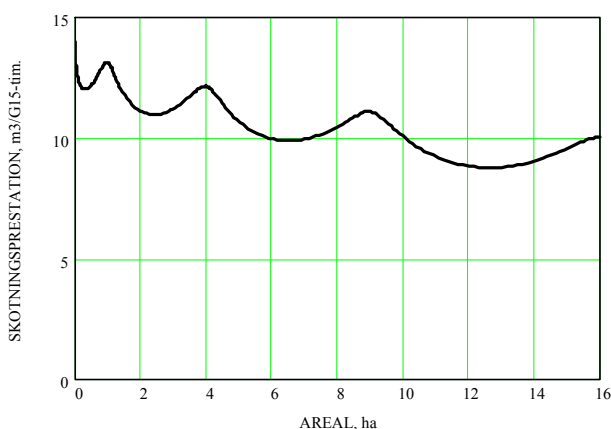
Uttaget i gallring påverkar vilket arbetsmönster som är effektivast. Av tabell 2 framgår att skärningspunkterna där två körmönster är likvärdiga flyttas mot större objekt om körsträckan för att fylla ett lass ökar. För ett givet system där lastvolym och arbetsbredd är fixa påverkas den sträckan enbart av uttaget. Lågt uttag ger längre sträcka för lastning. Ett minskat uttag flyttar alltså skärningspunkten mot större objekt. Så bör t.ex. Pika 300 byta från stickvägsupptagning i slinga och sedan backning in (1 + 2) till att köra in och vända (2 + 0) vid arealer mindre än 4 ha vid uttaget 50 m<sup>3</sup>/ha. Sänks uttaget till 40 m<sup>3</sup>/ha skall bytet ske redan vid 6,25 ha förutsatt att objektet fortfarande är fyrkantigt.

## Objektform

Av tabell 2 framgår även att objektformen, som definierats som objektets bredd dividerad med objektets längd i körriktningen, påverkar den areal där byte mellan körsätt bör ske. Med de ursprungliga förutsättningarna bör bytet i exemplet ovan ske vid 4 ha för det fyrkantiga objektet ( $k = 1$ ). Ökar vi objektets bredd till dubbla längden ( $k = 2$ ) bör bytet ske vid 8 ha och om vi kör detta objekt på andra lednen ( $k = 0,5$ ) bör bytet ske vid 2 ha.

## Små objekt

Vid små objekt blir det totala antalet lass så litet att det inte är möjligt att få ett eller flera fulla lass på varje stickväg. Inverkan av t.ex. uttag och objektform kan då helt överskuggas av detta. Med lastningssträckor i storleksordningen 100 m får ojämnt antal lass på en stickväg effekter på prestationen även på relativt stora objekt. Åtminstone på sådana objektstorlekar där drivarsystemet visar sig kunna konkurrera. I figur 7 visas hur skotningsprestationen i princip kan tänkas variera över arealen med ökad körsträcka. När lassen inte går jämt upp på en stickväg sjunker prestationen. Lastningssträckan är här 100 m och objektet antas vara kvadratisk.



**Figur 7.**  
Tänkbar variation i skotningsprestation på ett fyrkantigt gallringsobjekt där skotarens lastningssträcka är 100 m.

## Kranarbete

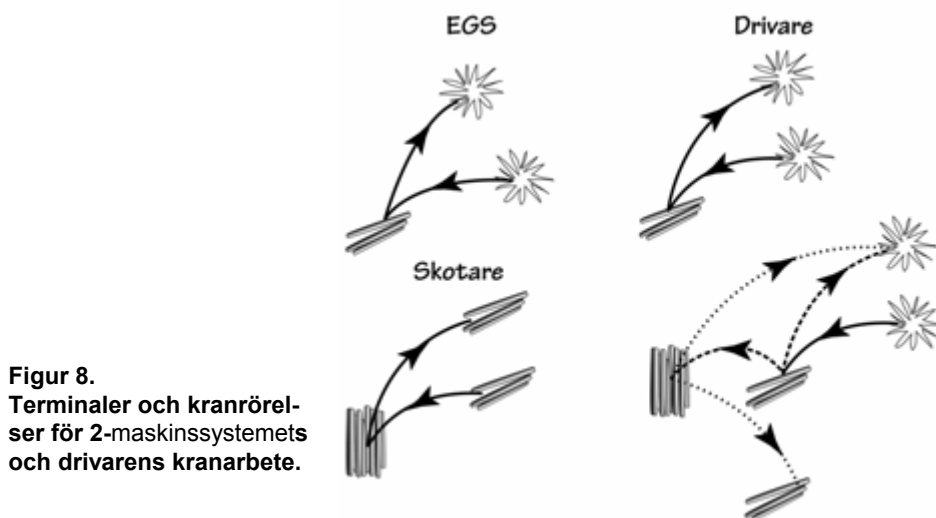
Kranarbetet består dels av terminalarbete då kranpetsen i stort sett är stilla men aggregatet utför fällning eller gripen tar eller lägger virke tillrätta, dels av egentliga kranrörelser då kranpetsen med aggregat eller virke förflyttas längre sträckor. Det finns skillnader i båda avseendena mellan 2-maskinssystemet och drivaren.

## Terminaler

I 2-maskinssystemet förekommer fyra tydliga terminalarbeten för kranen. Skördarens fällning respektive upparbetning på hög och skotarens gripning av hög och tillrättaläggning på lasset. Drivarens arbete kan beskrivas som tre terminalarbeten. Fällning, upparbetning med gripning av hög samt tillrättaläggning på lasset. Arbetet är emellertid detsamma som i 2-maskinssystemet men med skillnaden att två terminaler, upparbetning och gripning av vissa högar lagts mycket nära varandra. Det kan dock finnas skillnader i hur fort arbetet kan utföras. Det kan vara lättare att positionera för gripning av en direktlastad hög med drivaren eftersom gripnen redan har rätt inriktning och att momentet inte föregås av någon längre snabb kranrörelse.

## Kranrörelser

Kranrörelserna för de båda maskinssystemen visas i figur 8.



Om man betraktar arbetet under gång och bortser från eventuella skillnader vid början och slutet av ett lass eller arbetspass kan skillnaden beräknas som följer. Antalet stickvägsträd betecknas med  $s$ , antalet avverkade träd i mellanrummen med  $m$  och antalet högar med  $h$ . Andelen direktlastade högar, d.v.s. högar som grips och lastas direkt efter det att ett träd upparbetats på högen, betecknas med  $d$ . Momenttiden för en kranrörelse från träd till hög betecknas  $TH$  och vice versa  $HT$ . Momenttiden från lass till träd  $LT$  och från hög till lass  $HL$  samt lass till hög  $LH$ . I 2-maskinssystemet kan momenttiderna för krancyklerna i skördarens arbete summeras till  $(m + s) \cdot (TH + HT)$ . Skotarens summatid blir  $h \cdot (HL + LH)$ . Drivaren avverkar stickvägsträden och lägger dem i högar, vilket beskrivs av  $s \cdot (TH + HT)$ . Vid den selektiva avverkningen läggs  $m$  träd på hög vilket ger  $m \cdot TH$ . Från högen skall kranen gå i retur till ett nytt träd utom då högen lastas direkt, vilket sker  $d \cdot h$  gånger. Det beskrivs av  $(m - d \cdot h) \cdot HT$ . Alla högar lastas, vilket ger  $h \cdot HL$ , och från lasset går kranen till en ny hög,  $(1 - d) \cdot h \cdot LH$ , och till ett nytt träd  $d \cdot h \cdot LT$ .

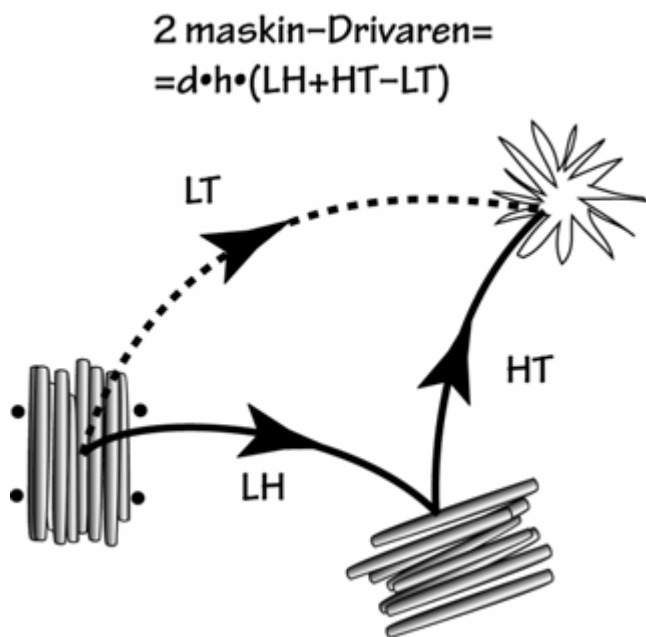
Summerar vi momenttiderna får vi för 2-maskinssystemet  
 $s \cdot (TH + HT) + m \cdot TH + m \cdot HT + h \cdot HL + h \cdot LH,$

och för drivaren

$$s \cdot (TH + HT) + m \cdot TH + m \cdot HT + h \cdot HL + h \cdot LH \\ - d \cdot h \cdot HT - d \cdot h \cdot LH + d \cdot h \cdot LT.$$

Efter subtraktion av drivarens krancykler från 2-maskinssystemets återstår  
 $d \cdot h \cdot LH + d \cdot h \cdot HT - d \cdot h \cdot LT$  eller  $d \cdot h \cdot (LH + HT - LT).$

För varje hög som lastas direkt spar vi kranarbete *motsvarande skillnaden i momenttider, inte sträcka*, för att gå med kranen mellan lass och träd via en hög och direkt (figur 9).



**Figur 9.**  
 Den resterande skillnaden i kranarbete mellan 2-maskinssystemet och drivaren beror på skillnader i momenttider och antal högar som lastas direkt efter upparbetning.

Det är viktigt att sträva efter så hög andel direktlastade högar som möjligt vid avverkningen av mellanzonen. Vid stickvägsupptagningen bör däremot bara högar som bedöms omöjliga att komplettera vid den selektiva avverkningen lastas direkt. I annat fall åstadkoms en direktlastning i onödan. Det kan finnas en tendens till att drivaren i gallring arbetar med fler och mindre högar. Det kan vara svårt att alltid lägga det selektivt upparbetade virket på en befintlig hög av stickvägsvirke särskilt som upparbetningen sker i olika körriktningar. Även om antalet högar ökar t.ex. vid fler sortiment, och antalet direktlastade högar skulle öka enligt ovanstående formel, är det sannolikt att andelen direktlastade högar sjunker så fort att produkten  $d \cdot h$  minskar och nyttan av direktlastningen avtar.

## Kalkyler

I det följande redovisas några kalkyler där olika drivare jämförs med ett 2-maskinssystem med medelstor engreppsskördare och mellanstor skotare i gallring och stora maskiner i slutavverkning. Avsikten med kalkylerna är att

beräkna den areal vid vilken drivaren har samma kostnad som 2-maskinssystemet. Vid mindre arealer än denna är drivarsystemet billigare. Beräkningarna görs för olika objektarealer och inte som ofta för traktstorlekar uttryckta i m, eftersom det senare förfarandet inhiberar inverkan av kör-mönster m.m. Kalkylerna är uppbyggda på vanligt sätt med en kostnadsdel och en prestationsdel. Den senare utgår från momenttider tagna från studier av 2-maskinssystem. Drivarens momenttider är inte grundade på tidsstudier utan *uppräknade med 10 procent* i de moment som kan antas skilja sig från 2-maskinssystemets tider. Således har fällningsmomenten, upparbetningen och gripning vid lastning och lossning förlängts. Stickvägsträd och träd mellan stickvägarna har behandlats var för sig. Skillnaderna i kranarbete är beaktade enligt ovan liksom skillnader i körsträckor i beståndet där de förekommer.

Avsikten är att under 1998 genomföra jämförande studier mellan drivare och 2-maskinssystem i samma bestånd för att få bättre ingångsdata till den här typen av kalkyler. Först därefter är det meningsfullt att göra mer detaljerade kalkyler på drivarsystem och deras utveckling.

### **Maskinkostnader**

De maskinkostnader i kronor per G<sub>15</sub>-timme som använts i kalkylerna framgår av tabell 3. Siffrorna är hämtade från kalkyler gjorda av ett skogsföretag och har därför ej rundats av. Højningen med 10 kr för drivare med fällbar grind har lagts till.

**Tabell 3.**  
**Maskinkostnader i kr/G<sub>15</sub>- timme.**

	2-maskinssystem		Drivare
	EGS	Skotare	
Gallring	639	442	619/629 <sup>1</sup>
Slutavverkning	739	494	698
Flyttkostnad	2 000	1 500	2 000

<sup>1</sup> Den högre kostnaden avser drivare med fällbar grind och stakar.

### **Bestånd**

Kalkylerna har genomförts för tre olika bestånd, en klen förstagallring, en sen andragallring och en grov slutavverkning. Förutsättningarna har valts för att ge ordentlig spridning på medelstammens volym. För att ge bättre möjligheter till jämförelse har uttaget hållits lika i de båda gallringskalkylerna. Stamantal och trädvolymen härrör från genomförda studier. Beståndsförutsättningarna framgår av tabell 4.

**Tabell 4.**  
**Beståndsförutsättningar.**

Avverkningsform	Förstagallring	Andragallring	Slutavverkning
Medelvolym, m <sup>3</sup> *	0,06	0,21	0,40
Stammar/ha	2 264	768	625
Uttag, m <sup>3</sup> /ha	50	50	250

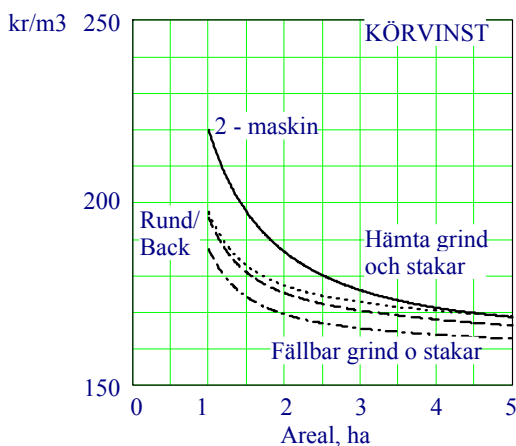
\*Kalkylerna innehåller inga omvandlingstal. Resultaten faller ut i de m<sup>3</sup> som satts in.

## Förstagallring

I den här kalkylen uppmärksammas till att börja med inverkan av olika kör-sätt på brytpunkten, d.v.s. den areal där systemen är likvärdiga.

### Olika Körmönster

Figur 10 visar kurvor för kostnaden vid olika objektstorlekar dels för 2-maskinssystemet, dels för en backande drivare körd på de tre olika sätt. I övrigt förutsätts ett sortiment och att alla högar kan lastas direkt.



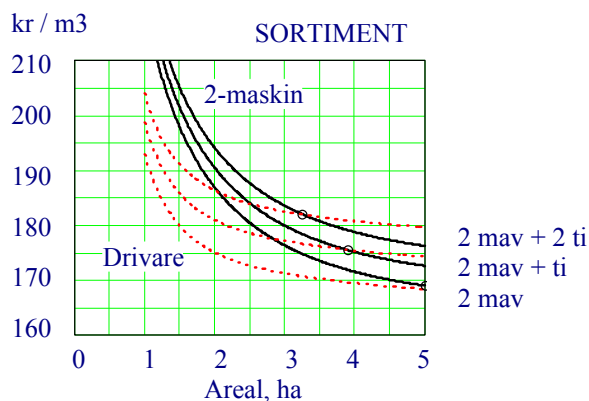
Figur 10.  
Beräknade kostnader i första-gallring för 2-maskinssystemet och drivaren körd på tre olika sätt.

Av figuren framgår att brytpunkten vid det sämsta köralternativet, d.v.s. att hämta grind och stakar för varje stickväg, ligger vid ca 4,5 ha. Vid de bättre köralternativen flyttas brytpunkten avsevärt mot större arealer. Hur långt vill jag låta vara osagt tills bättre studieunderlag till kalkylerna finns tillgängligt. Det bör observeras att skillnaden i lutning mellan kurvorna i skärningspunkten är liten och att skärningspunktens läge därför påverkas kraftigt av små ändringar i förutsättningarna. Den undre kurvan i figur 10 återspeglar alltså idealiska förhållanden för drivaren med minskad körsträcka och minskat kranarbete.

### Antal sortiment

Ett ökat sortimentsuttag leder till fler högar och en mindre andel högar som kan lastas direkt. I princip är det ju bara de högar som innehåller ”toppsortiment”, d.v.s. sortiment som faller som sista bit i ett träd, som kan lastas direkt. Övriga högar kräver mer kranrörelse. Det är inte heller troligt att man ens vid ett enda sortiment kan lasta alla högar direkt. Det förutsätter ju att alla högar från stickvägsupptagningen kan utnyttjas och fyllas på vid den selektiva avverkningen.

**Figur 11.**  
Ökat antal sortiment minskar objektstorleken där drivaren kan konkurrera.

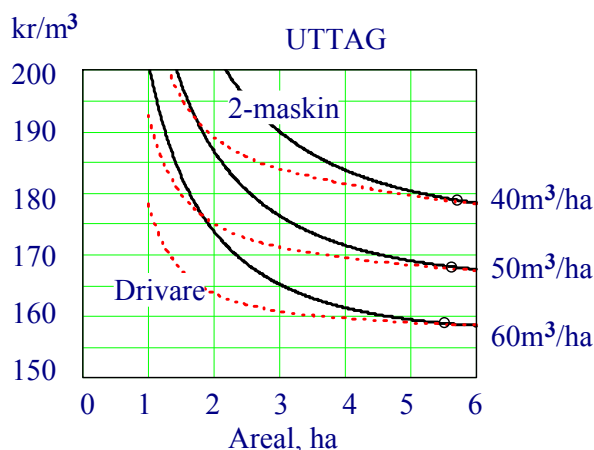


I figur 11 visas hur brytpunkten flyttas mot mindre arealer när antalet sortiment ökar. Redan vid två sortiment har brytpunkten flyttats tillbaka till 5 ha. Antalet högar har då ökat från 50 till 60 per 100 meter och andelen direktlastning har satts till 80 procent. Fallet kan tänkas representera uppdelning av massaveden i två sortiment. Vid tre sortiment har högantalet ökat till 70 och andelen direktlastning sänkts till 60 procent. Timmerhögarna kan i princip inte direktlastas. Brytpunkten ligger nu strax under 4 ha. Ytterligare ett sortiment flyttar brytpunkten till tre och ett kvarts hektar. Antalet högar är nu 80 men andelen direktlastning oförändrad. Timmersortimentet kan antas uppdelat på två sorter.

### Uttagets storlek

En ökning av uttaget i ett givet bestånd medför att inte bara antalet uttagna träd ökar utan även att den uttagna stammens medelvolymer ökar. Hela ökningen sker mellan stickvägarna. För att kalkylen skall ge en rättvis bild av en ändring i uttaget måste använda momenttider kunna hänföras till stamvolymer för stickvägsträd respektive övriga träd. Sådant underlag finns inte framräknat för den använda studien av engreppsskördaren. Allmänt sett bör dock en ökning av uttaget ge samma effekt som en ökning av den totala medelstammen på objektet, d.v.s. en dragning mot senare gallring. En ökning av uttaget bör således ge sänkt kostnad men samtidigt en flyttning av brytpunkten mot mindre arealer.

Om man emellertid ändrar uttaget och även antar en viss ändring i medelstamvolymer mellan vägarna kan uttagets inverkan skattas. I figur 12 visas var brytpunkterna ligger vid uttagen 40, 50 respektive 60 m<sup>3</sup>/ha.



**Figur 12.** Brytpunktens lägen vid olika uttag i förstagallring med två sortiment.

Uttaget  $50 \text{ m}^3/\text{ha}$  motsvarar exakt kurvan för två sortiment i figur 11. Medelvolymen mellan stickvägarna var  $0,051 \text{ m}^3$  i detta fall men skattades till  $0,048$  vid uttaget  $40$  och  $0,054$  vid uttaget  $60 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Av figuren framgår att kostnaden stiger med minskat uttag. Samtidigt flyttas brytpunktens läge mot något större areal. De höftade värdena kanske inte stämmer så väl med praktiken men tendensen är uppenbar och logisk. Även sortimentsammansättningen men framför allt antalet högar kan mycket väl tänkas förändras olika i de båda systemen vid ändrat uttag.

### Basvägskörning

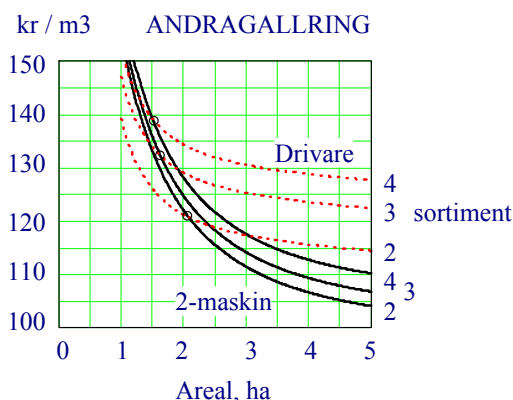
Drivarsystemet är relativt känsligt för den tidsmässiga fördelningen mellan avverkning och skotning. En ökande andel skotning höjer systemkostnaden. Körningen inom beståndet påverkas i ganska liten omfattning av arealen. Mellan 1 och 9 ha har andelen skotning i den här förstagallringen ökat från 30 till 35 % av tiden. Basvägskörning ökar däremot tidsandelen skotning kraftigare. I figur 11 skulle brytpunkten för 4 sortiment vid 300 m basvägskörning, enkel väg, ligga vid 2ha och 205 kr. Grov skog som snabbt ger ett fullt lass i kombination med lång basväg sänker drivarens konkurrenskraft.

### Andragallring

Drivaren antas även här vara försedd med fällbar grind och stakar eftersom bestånd där ett för drivaren lämpligt stickvägsnät redan finns torde vara mindre vanliga. Av figur 13 framgår att brytpunkterna nu har flyttats ned mellan 1,5 och 2 ha samtidigt som drivningskostnaden har reducerats rejält.



**Figur 13.**  
I sen andragallring ligger brytpunkterna mellan 1,5 och 2 ha beroende på antal sortiment.

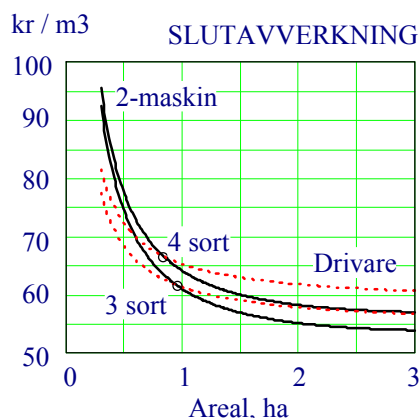


Om däremot stickvägarna kan utnyttjas eller om beståndet tillåter instick med maskinen så att grind och stakar kan sitta på under vägupptagningen skall den lägre timkostnaden för drivaren användas. Dessutom bortfaller tiden för av- och pålyftning av dessa.

### Slutavverkning

Vid så här grova träd blir det procentuella påslaget på framför allt upparbetningstiden kännbart samtidigt som tidsandelen skotning till hög kostnad blir stor. Visserligen sjunker avverkningskostnaden men drivaren har bara möjlighet att konkurrera vid mycket små objekt, i den här kalkylen under 1 ha.

**Figur 14.**  
I grov slutavverkning ligger brytpunkten under 1 ha.

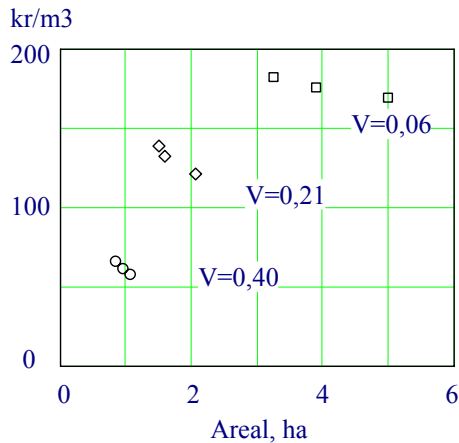


Det är dessutom tveksamt om skotning med ett så tungt aggregat så att det klarar en ordentlig slutavverkning över huvud taget är praktiskt möjlig. Kalkylen är därför mycket osäker och skall snarast ses som en indikation på att tendensen att brytpunkten flyttas mot mindre arealer står sig.

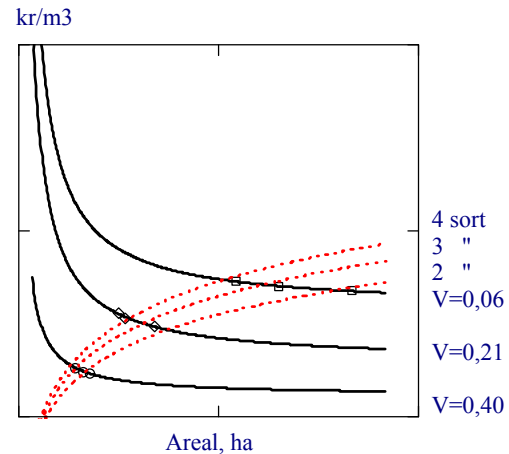
### Resultat av kalkylerna

Lägger man in brytpunkterna från kalkylerna i ett och samma diagram (figur 15) kan ett tydligt mönster iakttas. Utöver lägre drivningskostnad ger en ökande stamvolym sämre konkurrensmöjligheter för drivaren. Brytpunkterna flyttas mot allt mindre objekt. Redan vid fyra sortiment är det svårt att

beskriva metoder som gör att fördelarna med direktlastningen kan utnyttjas. I figur 16 har kurvor som sammanbinder brytpunkter med samma medelstamvolym respektive samma antal sortiment lagts in. Dessa båda kurvskaror beskriver i stort konkurrensförmågan hos den första generationens drivare.



**Figur 15.** Brytpunkterna för 2–4 sortiment vid olika medelstamvolym.



**Figur 16.** Tänkbar modell för brytpunktens beroende av medelstam ( $v$ ) och antal sortiment. Drivaren är lönsam till vänster om skärningspunkterna.

Resultaten av kalkylerna kan sammanfattas i några förutsättningar som verkar positivt på drivarens konkurrensförmåga:

- Små objekt
- Klenta stammar
- Få sortiment
- Kort basväg

Vid metodutvecklingen bör man sträva efter att utnyttja befintliga högar från stickvägsupptagningen i så stor utsträckning som möjligt för att åstadkomma så stor andel direktlastade högar som möjligt. Ur såväl ekonomisk som miljömässig synpunkt bör körmönstret utformas så att kortaste möjliga körsträcka utnyttjas.

## Utvecklingsmöjligheter

Den första generationens drivare har således god konkurrensförmåga under vissa förutsättningar som dock inte gäller för stora delar av Sveriges skogsbruk. Preliminära beräkningar visar att inte heller den runtomsvängande drivaren har bättre konkurrensförmåga trots att alla tre arbetsmomenten stickvägsupptagning, selektiv avverkning och skotning kan kombineras. Kostnadsökningen och längre momenttider vid runtomsvängningen kan inte uppvägas av minskad körtid och ökad andel direktlastning. Metodstudier erfordras för att utröna den runtomsvängande drivarens möjligheter vid ett stort antal sortiment. Utan att driva spekulationerna alltför långt kan några tänkbara koncept till nästa drivargeneration skisseras.

Ett sätt att höja volymen direktlastat virke vore att *upparbeta direkt i lasset*. Med dagens drivare är det teoretiskt möjligt bara med stickvägsträd bakom en backande maskin. Runtomsvängning ändrar inte förhållandena. Om vändkranen däremot flyttades så att ett *svängbart lastutrymme* erhöles skulle det vara tillgängligt för direkt upparbetning både snett framifrån och bakifrån. Det kan kanske också åstadkommas genom att *vinkla maskinen och svänga undan hytten* eller förse maskinen med *dubbla midjor*. I gallring fordrar emellertid dessa lösningar ökat stickvägsutrymme med risk för sämre selektivitet i gallringen. Vid flera sortiment skapas dessutom ett blandat lass som kan ge kraftigt ökat sorteringsarbete vid avlägg.

Ett annat alternativ kan vara att arbeta med *intagning av stående träd* som fälls i lämpligt läge för upparbetning direkt i lasset. Runtomsvängande kran och hytt kan ge full valfrihet i arbetsmönster. Förlängda krantider kräver sannolikt att man även måste ha möjlighet till flerträdshantering, åtminstone av mindre träd. Alternativet kräver alltså en vidareutveckling av drivaraggregatet för att kunna tillämpas i rundvirkessystem. Sådana här drivare för klena träd eller träddeklar har som nämnts provats tidigare och har fått förnyad aktualitet i samband med bränsleuttag.

Intagning av stående träd kan, om automatiseringen av upparbetningen lyckas fullt ut, kombineras till en *tvågreppsdrivare med automatisk lastning* efter upparbetningen. En sådan maskin blir naturligtvis avsevärt mycket dyrare och lider i ännu större utsträckning än tidigare av hög tidsandel skotning. Automatisk lastning av mer än två åtskilda sortiment synes också svår att realisera.

För att motverka den dyra skotningen kan man som i Sydveds med fleras vision som bland annat visats som video på Elmia och i en kortad version i SKOGSjournalen tänka sig att komplettera drivaren med en *fjärrstyrd lastbärare* som automatiskt tar ut virket som enhetslaster till avlägg. Sorteringsproblematiken kvarstår emellertid även i ett sådant system. Man kan då fråga sig om det längre är ett drivarsystem utan snarare ett mer högmekaniserat 2-maskinssystem som på sikt kan leda till mer autonoma maskinssystem som t.ex. övervakas från avlägg.

## Sammanfattande slutsatser

Utan att dra alltför förhastade slutsatser vågar jag konstatera att det finns två grundläggande faktum som sätter gränserna för drivarens konkurrenskraft i rundvirkessystem:

- Andelen skotning sätter en gräns för maskinens timkostnad och därmed investering i mekanik och automatik jämfört med 2-maskinssystemet.
- Antalet sortiment sätter en gräns för möjligheten att tjäna i körsträcka och kranarbete jämfört med 2-maskinssystemet.

Det är svårt att se några enkla utvecklingssteg som skulle radikalt förändra den bilden. Att på något sätt upparbeta direkt i lasset är sannolikt en av de effektivaste utvecklingsstegen.

Drivaren har god konkurrenskraft vid uttag av rundvirke i gallring på små objekt med ett fåtal sortiment där basvägskörningen är begränsad, det rör sig där om skillnader på flera tiotals kronor per m<sup>3</sup>. Det är dock inte nödvändigt att alla dessa villkor är uppfyllda för att drivaren skall vara ekonomisk. Villkoren balanserar mot varandra och det kan vara tillräckligt att ett villkor är extremt väl uppfyllt för att ekonomin skall bli god.

Drivarsystemet påverkar även ekonomin i de omgivande 2-maskinssystemen genom att höja deras prestation och förbättra deras ekonomi på de kvarvarande objekten.

Förbättrade tekniska prestanda och metodutveckling kan flytta lönsamhetsgränsen ytterligare mot större objekt. Om andelen skotning och antalet sortiment kan hållas nere ligger redan i dag privatskogsbrukets medelobjekt på 3,3 ha inom drivarens konkurrenskraftiga område.