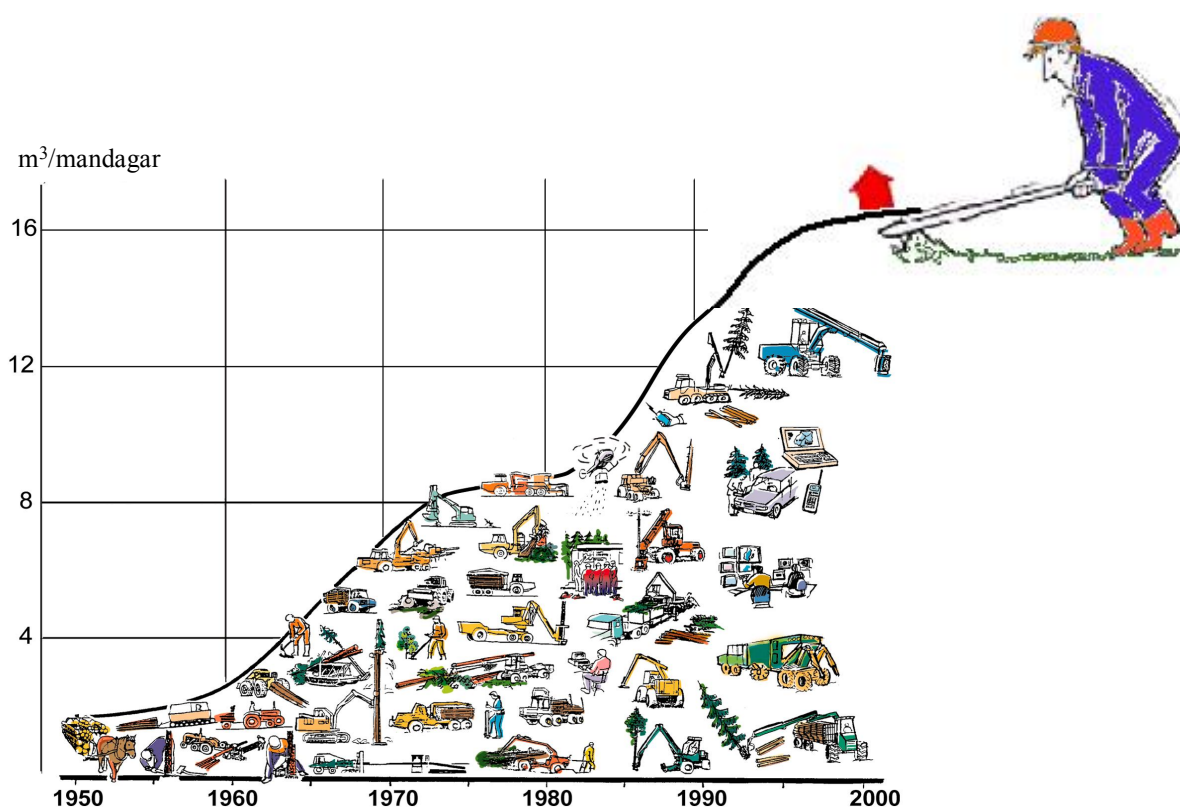


## Analys av sortimentsmetoder

Ulf Hallonborg



---

**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

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Inledning .....                               | 3  |
| Tidigare analyser .....                       | 3  |
| Ny analys .....                               | 4  |
| System med bearbetning av rotfasta träd ..... | 4  |
| Kvistning av stående träd.....                | 5  |
| Kapning av stående träd .....                 | 6  |
| Stam- och trädsystem .....                    | 6  |
| System med bearbetning av avskilda träd.....  | 7  |
| Avskiljning och läggning.....                 | 7  |
| Intagning av stående träd.....                | 8  |
| Stam- och trädsystem .....                    | 8  |
| Praktiska system.....                         | 8  |
| Utvecklingspotential .....                    | 9  |
| System med bearbetning av rotfasta träd.....  | 11 |
| System med bearbetning av avskilda träd ..... | 11 |
| Fler arbetsmoment.....                        | 12 |
| Kompleta drivningssystem.....                 | 13 |
| Systemurval för fortsatt analys.....          | 17 |
| Sammanfattning.....                           | 20 |
| Referenser .....                              | 20 |
| Bilaga 1 .....                                | 21 |
| Bilaga 2.....                                 | 22 |



## Inledning

Utvecklingen av nya typer av skogsmaskiner och drivningssystem har i alla tider skett språngvis. Perioder med intensiv utveckling av nya maskinkoncept har avlösts av perioder med trimning och stabilisering av de nya system som de lett till. Vi har under några år befunnit oss i en tämligen stabil period där system med engreppsskördare och skotare helt dominerat drivningsarbetet i såväl gallring som slutavverkning.

Det är naturligtvis önskvärt att ett system hinner mogna och förbli lönsamt under så lång tid som möjligt, men utvecklingen i omvärlden står inte stilla och de konkurrensfördelar man uppnår är inte bestående. Inte heller specialisering på vissa produkter är någon garanti för långsiktig lönsamhet, eftersom produktutvecklingen inom andra geografiska producentområden för skogsråvara på sikt neutraliserar specialiseringens fördelar. I ett sådant läge är produktionskostnaderna av stor betydelse för konkurrenskraften. Det finns stor anledning att tro att råvarukostnaden kommer att få en allt större betydelse för konkurrenskraften hos svensk skogsindustri. Mot denna bakgrund finns det alltid anledning att analysera möjligheter att utveckla nya, billigare sätt att ta fram råvaran.

Syftet med den här analysen är att söka något sortimentssystem som ger lägre drivningskostnad än nuvarande bästa system med engreppsskördare och skotare.

I denna rapport görs först en kort genomgång av de systemanalyser som gjorts tidigare inom dåvarande Skogsarbeten. Därefter redovisas angreppssättet i denna systemanalys. Där systemvarianter kan exemplifieras med kända maskintyper görs det.

## Tidigare analyser

Under senare hälften av 1960-talet och 70-talet genomgick skogsbruket en intensiv mekaniseringsperiod med skotare och kvistare-kapare som resultat. Under denna tid genomfördes på Skogsarbeten flera analyser av avverkningssystem och framtida behov av maskiner. År 1966 gjordes en omfattande analys av möjliga högmekaniserade drivningssystem inför 70-talet (1). År 1968 gjordes en liknande analys av system för gallring (2). Båda dessa analyser hade en stark prägel av val mellan olika tekniker för att utföra t.ex. kvistningen. Stor vikt lades också vid var de olika operationerna utfördes. I övrigt genomfördes analyserna på traditionellt sätt genom att ingående arbetsmoment tidsattes och summerades till en tidsåtgång för maskinens hela arbete som en funktion av trädstorlek, vikt, transportsträcka e.dyl. De ingående operationerna låstes redan från början till en viss logisk följd: fällning, kvistning och kapning, vilket logiskt sett i olyckliga fall kan leda till uteslutning av möjliga kombinationer redan från början.

## Ny analys

I föreliggande analys har ett förhoppningsvis mer objektivt angreppssätt använts. Utifrån de grundläggande arbetsmoment, som nödvändigtvis ingår i behandlingen av ett träd på dess väg från beståndet till dess uppdelning i lämpliga delar för vidareförädling på annan plats än skogen, kan ett antal logiskt tänkbara system skisseras. Systemen är helt enkelt permutationer av de ingående operationerna. Som bekant stiger antalet möjliga system snabbt med antalet operationer som urskiljs. Oavsett detta är nästa steg i analysen att sortera bort de system som innehåller teoretiskt omöjliga sekvenser av en eller flera operationer. Det är t.ex. inte möjligt att lägga omkull eller ta in ett träd innan det är avskilt från stubben eller rycks upp ur marken. Någon hänsyn till vilken teknik som används för t.ex. kvistningen tas inte och inte heller till var operationen äger rum.

I den här analysen har antalet operationer av praktiska skäl inledningsvis begränsats till fem stycken, nämligen:

1. Avskiljning (separering från stubben)
2. Läggnig (nedtagning till horisontellt läge)
3. Intagning (förflyttning från stubben till en mer maskinnära position)
4. Kvistning (avskiljning av grenar)
5. Kapning (uppdelning i flera delar).

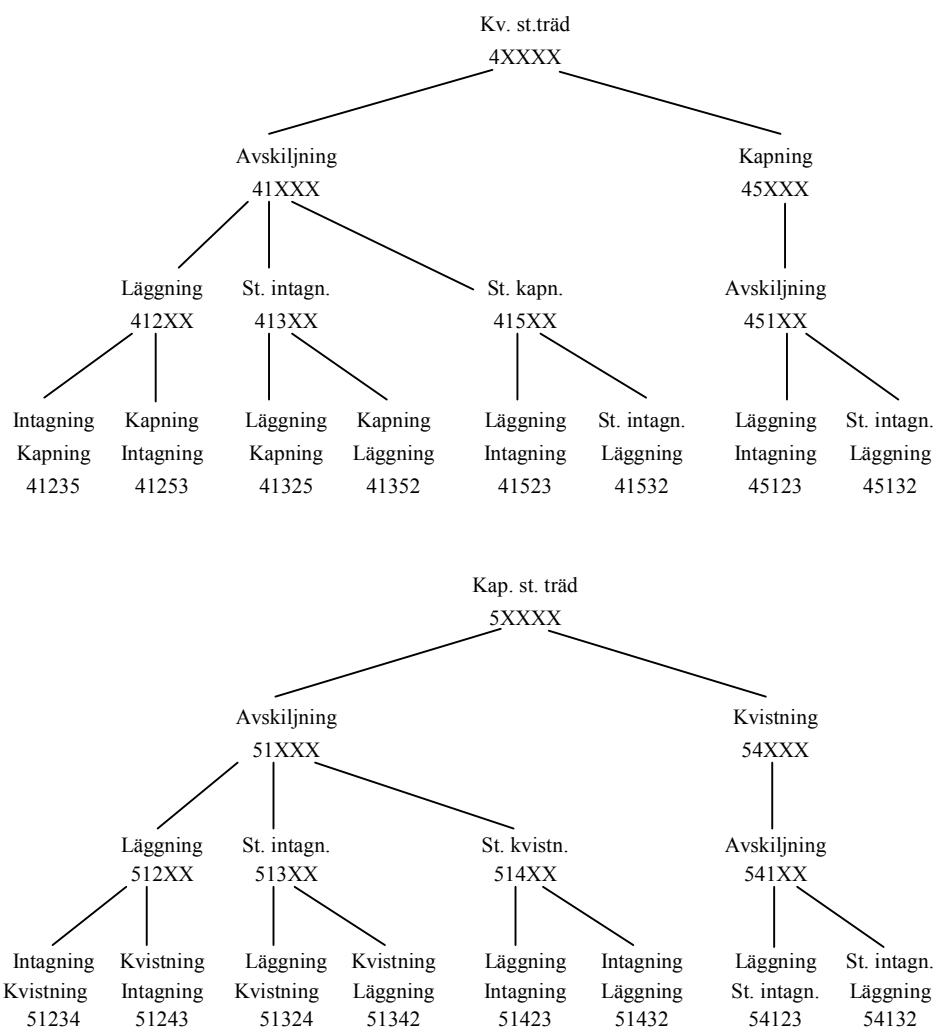
Dessa fem, grundläggande operationer genererar 120 olika system, som efter den ovannämnda reduceringen ger 40 teoretiskt möjliga system (bilaga 1). I fortsättningen betecknas systemen med en femsiffrig följd där positionen anger i vilken ordning arbetsoperationerna genomförs.

Det finns bara två sätt att starta arbetet, antingen att avskilja trädet, eller att bearbeta det stående trädet på något vis. Det ger samtidigt en logisk uppdelning av den fortsatta analysen i två delar: bearbetning av rotfasta träd och bearbetning av avskilda träd.

### ***System med bearbetning av rotfasta träd***

De teoretiskt möjliga systemen visas i figur 1. Av figuren framgår att arbetet måste börja med kvistning eller kapning.

Nästa steg i urvalet av system är att resonemangsvis gallra bort system som innehåller följder av arbetsoperationer som "krånglar till" systemet. Kvistningen följs i den övre delen av figuren av avskiljning (41XXX) eller stående kapning av den rotfasta stammen (45XXX). Efter avskiljning kan stammen läggas ned (412XX), tas in stående (413XX) eller kapas upp stående (415XX).



**Figur 1.**  
**Teoretiskt möjliga system med bearbetning av rotfasta träd.**

## Kvistning av stående träd

### *Kvistning–avskiljning*

Om stammen läggs ned måste fallet styras av maskinen på något sätt. Fritt fall mot marken bryter sönder stammen. Efter avskiljningen tas stammen in och kapas (41235). System där någon del av kvistningen sker på rotfasta träd var tidigt aktuella i USA och Kanada och provades även i Sverige, Beloit Tree Harvester. Denna kvistade stammen till 18 meters höjd, toppade trädet, avskilde det och lade stammen längs bommen. En annan maskin med delvis kvistning av rotfasta träd var Prentice C10-A. Även under sjuttioalet provades delvis kvistning av rotfasta träd i en finsk skördare, Pika 75. Systemvarianten med kapning före intagning (41253) ger problem med fasthållning av de kapade bitarna och sorteras därför bort.

Om stammen tas in stående kan den antingen läggas omkull och kapas (41325) eller kapas stående varefter bitarna läggs ned (41352). I det senare fallet kan stammen överföras stående till ett separat läge för kapning. Ett

sådant läge, som inkluderade även kvistningen, fanns på Koehring Pulpwood Harvester. De två senaste systemen kan ses som fullt möjliga varianter av Koehring eller Pika.

Stående kapning av den avskilda stammen ute vid stubben (415XX) ger problem med fasthållning av de kapade bitarna. Maskinens stabilitet blir dålig under kapningen, eftersom avskiljningen redan gjorts. Båda dessa system utgår därför.

### ***Kvistning–kapning***

Om den rotfasta kvistade stammen kapas före avskiljningen (45XXX) får maskinen ett stabilitetstillskott under kapningen (451XX) och nedtagningen av den övre delen. En möjlig variant av detta system är kvistning i två sektioner samtidigt, jfr Beloit, kapning och toppning samt nedtagning av den övre stamdelen och därefter läggning (45123) eller stående intagning (45132) av de båda stamdelarna. När tyngdpunkten för de stående stamdelarna på detta sätt sänkts ställs inte samma krav på kranen. Ett sådant system kan användas vid ex. uttag av timmerdelar eller i system med långa toppar om kvistningen av den övre stamdelen slopas.

### **Kapning av stående träd**

Det största problemet med kapning av stående träd är sannolikt sikten och positioneringen av kaporganet uppe på det stående trädet, eftersom det inte kan föras längs stammen. Som rundvirkessystem sorteras de därför alla bort.

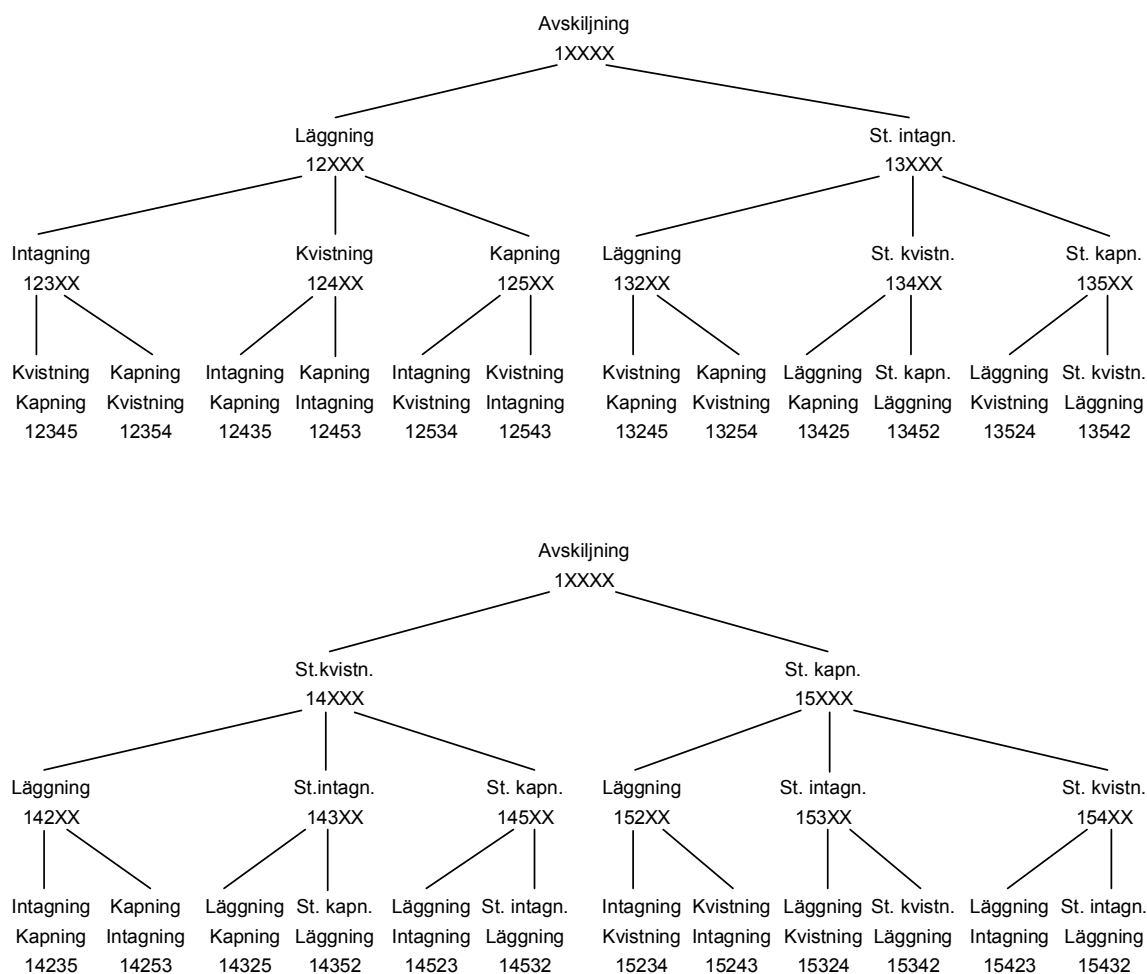
### **Stam- och trädsystem**

System i den övre delen av figur 1 kan reduceras till stamsystem genom att kapningen slopas. En av stamsystemens fördelar var förenklad hantering av virket i terrängen. Denna fördel kan överföras till sortimentsmetoder också om virket inte strös ut på marken. Stamsystem opereras i dag på dispens och kan knappast bli allmänna. Vägarna i dagens samhällen är inte lämpade för vidaretransporter av stammar. För att slippa detta kan avlägget användas som apterings- och sorteringsterminal. Det kräver emellertid mycket utrymme och leder till höga flyttkostnader.

System i den nedre delen av figur 1 kan reduceras till trädsystem genom att såväl kvistning som kapning slopas. Intresset för sådana system är främst motiverat av uttag av skogsbränsle och behandlas därför inte här. De aktualiseras i annat sammanhang, där det gäller att finna gemensamma nämnare mellan system för rundvirke och system för bränsleuttag i syfte att flexibelt integrera bränsleuttaget i rundvirkessystemen, så att valet mellan rundvirkessuttag och bränsleuttag kan anpassas till objektets förutsättningar, belägenhet och prisrelationer.

## System med bearbetning av avskilda träd

System för bearbetning av avskilda träd inleds naturligtvis med att trädet avskiljs från stubben. Därefter kan teoretiskt sett fyra olika moment följa, figur 2. Systemen i den nedre delen av figuren påminner starkt om de med rotfasta träd, enda skillnaden är att det står löst på stubben. Föga skulle därmed vara vunnet och de systemen förbigås därför. Följaktligen indelas detta avsnitt i läggning av träden direkt efter avskiljningen (12XXX) och intagning av stående träd (13XXX), enligt övre delen av figur 2.



**Figur 2.**  
Teoretiskt möjliga system med bearbetning av avskilda träd.

### Avskiljning och läggning

Efter dessa operationer kan intagningen ske direkt (123XX) följt av kvistning och kapning (12345). Ett flertal tidiga sådana maskintyper, utöver senare års konventionella tvågreppsskördare, har provats (t.ex. Livab, Timberjack Shortwood Harvester, Bush Combine, Tanguay, Lokomo 960 S). Något värde i att i ett rundvirkessystem kapa före kvistningen (12354) är svårt att se. Systemet sorteras därför bort. Detsamma gäller kapning ute i beståndet, systemen 12534 och 12543. När engreppsskördarna

introducerades arbetade de ofta efter samma mönster som tvågreppsskördarna, men metodutvecklingen har lett till att en del av upparbetningen sker samtidigt med intagningen, vilket även kan hänföras till system 12435. Någon maskin som strikt genomför hela kvistningen före intagningen har veterligen inte funnits.

### **Intagning av stående träd**

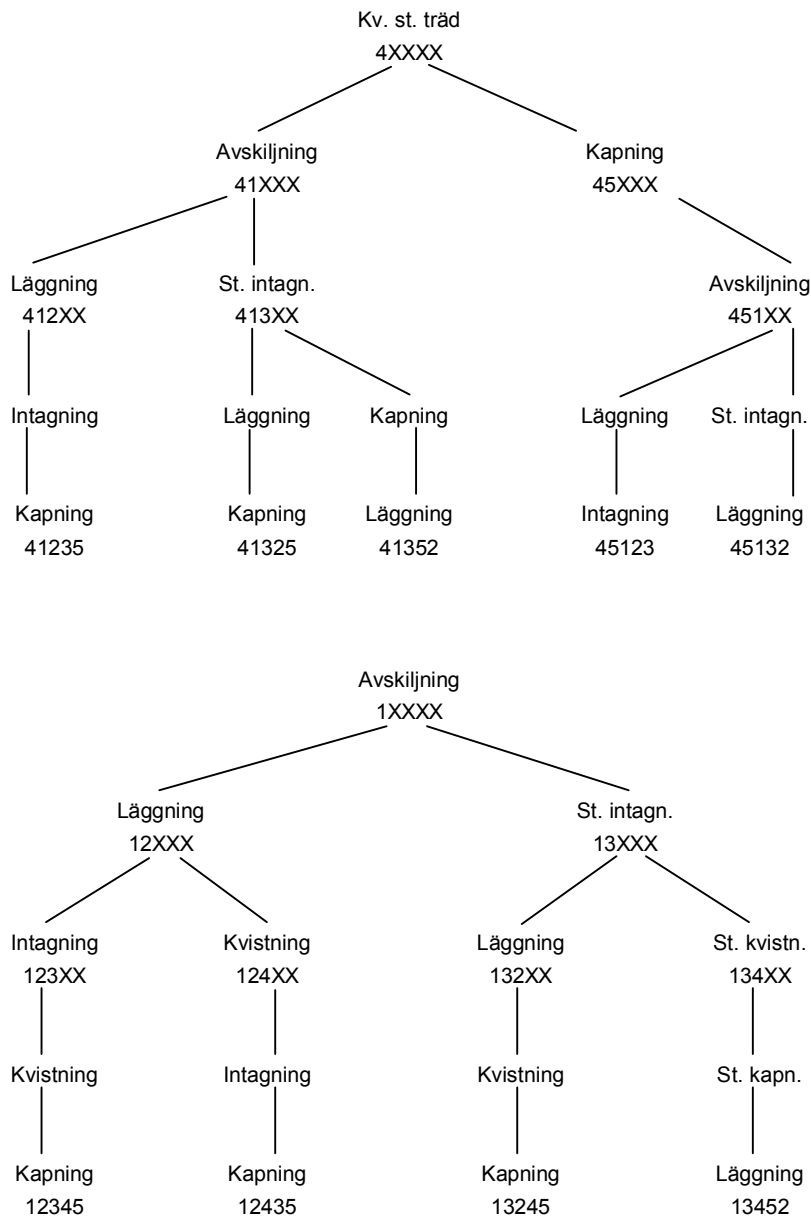
Intagning av stående träd ställer stora krav på kranens kapacitet och vridstyvhet. Konsekvenserna av detta är kända sedan få-lä-epoken. (ÖSA 670, Kockum 880, BM 995). Intagning av stående träd, läggning i stickvägen samt kvistning och kapning (13245) kan vara ett system i gallring. System med kvistningen före intagningen (13254) tillför ingenting utan sorteras bort. Maskiner med stående intagning, följd av vertikal upparbetning (13452) har provats tidigt (Koehring och Probst) men har inte utvecklats vidare. Att lägga ned den kvistade stammen före kapningen verkar inte tillföra något liksom system med stående kapning av okvistade träd (13524 och 13542).

### **Stam- och trädsystem**

Återigen kan systemen i figur 2 reduceras till stamsystem genom att kapningen slopas eller till trädellssystem eller trädsystem genom att kvistningen respektive kvistningen och kapningen slopas.

## **Praktiska system**

Efter bortsorteringen kvarstår ett antal system som kan tänkas fungera i praktiken, dvs. de leder inte till några uppenbart aviga momentföljder som inte tillför systemet något värde. De system som betraktas som praktiskt användbara är fem system med rotfast bearbetning och fyra där träden först avskilts. Dessa system framgår av figur 3.



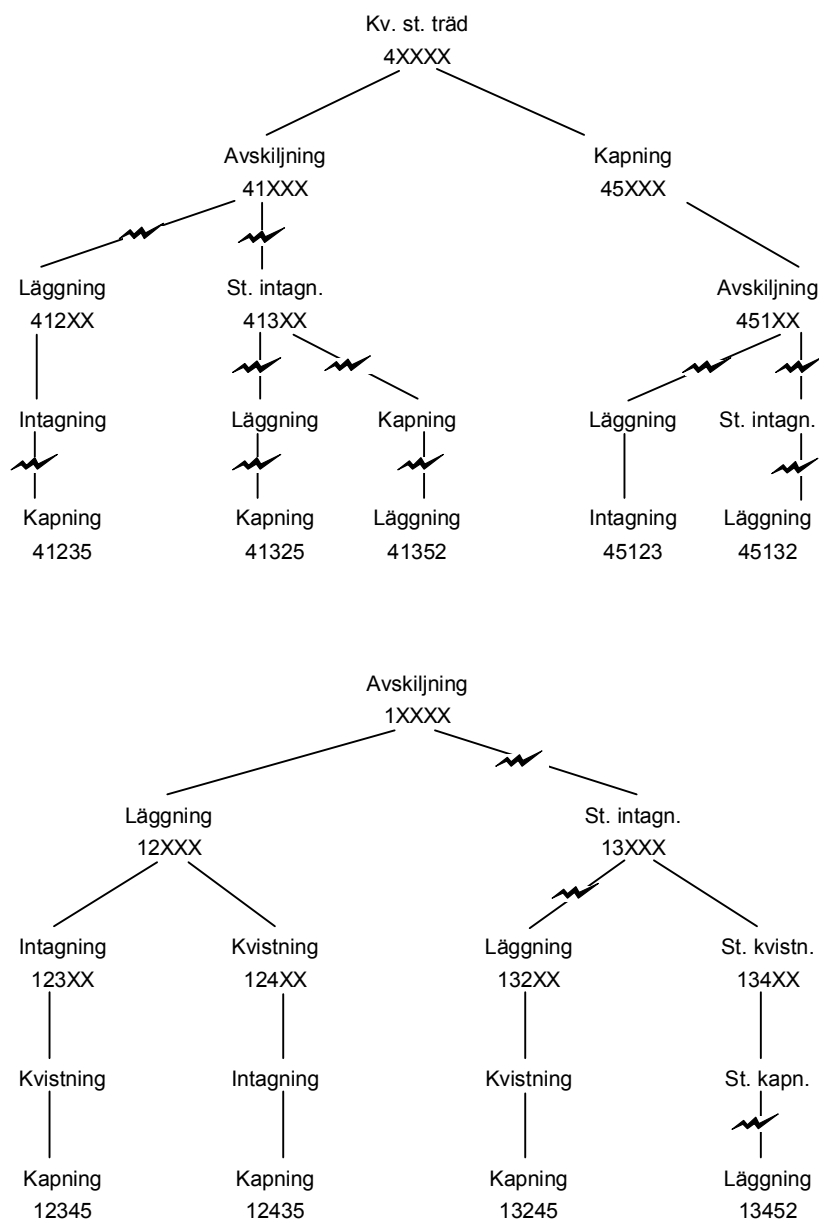
**Figur 3.**  
**Praktiskt användbara system.**

## ***Utvecklingspotential***

Billigare råvara kan produceras genom att sänka timkostnaden eller göra arbetet snabbare. Utöver dessa triviala möjligheter kan produktiviteten höjas genom att förändra de ingående arbetsmomentens inbördes relationer. Möjligheten finns inbyggd i systemet, framför allt i den ordning momenten genomförs. Typiskt för system med hög teknisk utvecklingspotential är att

- fler moment kan göras samtidigt, parallellt eller med överlappning
- greppet om virket kan behållas mellan momenten, vilket gör att
- något moment kan minskas i omfattning eller uteslutas.

De olika systemen i figur 3 har högst olika egenskaper i ett eller flera avseenden. Möjligheterna till överlappning mellan två på varandra följande arbetsmoment åskådliggörs i figur 4. Där flödeslinjen mellan två moment har en krumelur är överlappning knappast möjlig, i annat fall möjlig.



**Figur 4.**  
**Möjliga överlappningar mellan arbetsmoment.**

System kan utöver teknisk potential ha varierande möjligheter att generera värdefulla sortiment. I den kvalitativa analysen betraktas emellertid alla sortiment som likvärdiga.

## **System med bearbetning av rotfasta träd**

Som framgår av figur 4 är möjligheterna till överlappning dåliga i system med bearbetning av rotfasta träd. Bara i ett av systemen (45123) är det möjligt att överlappa två moment, kapning av den stående stammen kan ske överlappande med eller samtidigt med avskiljningen. Läggnings och intagning kan även ske i samma moment. Vid stående intagning (45132) är den senare överlappningen inte möjlig. Den enda övriga överlappning som är möjlig är i det system som representeras av t.ex. Pika (41235). Även i det systemet kan läggning och intagning integreras. Tvågreppsprincipen, dvs. att göra två saker parallellt är inte heller någon särskilt fruktbar utvecklingsväg i system med bearbetning av rotfasta träd. Överföring till en andra bearbetningsenhet på maskinen kan inte göras förrän efter intagningen. De enda operationer som då ev. återstår är läggning och/eller kapning.

Gemensamt för system med bearbetning av rotfasta träd är att de kräver en ganska hög vertikal bom för upparbetningen. Bommens höjd eller vikt är helt beroende av till vilken höjd man vill bearbeta trädet. Det stående trädets vikt innebär dessutom stora krav på kranens lyftkraft och vridstyvhet jämfört med träd som delvis vilar på marken. Hantering av stora vikter medför kort räckvidd med åtföljande krav på positionering av basmaskinen. Eftersom trädet är rotfast måste i stället bearbetningsorganen löpa längs stammen vilket gärna leder till stegmatning, som är långsam jämfört med dagens rullmatning. Ett provat alternativ är att låta en fristående kvistningsenhet klättra längs stammen. Vid upplega blir sikten vid stående kvistning ofta helt undermålig. Ett fåtal system med bearbetning av rotfasta träd har provats genom åren men inte lett till någon fortsatt utveckling. En viktig komponent i de här systemen är intagning av stående träd, men den återfinns även i den andra gruppen av system. Även om vi lämnar system med upparbetning av rotfasta träd åt sitt öde har vi ändå inte avhänt oss den systemkomponenten.

Den förenkling som fällningsmomentet har genomgått sedan 70-talet har lett till lättare och smidigare maskiner med kranar med relativt lång räckvidd. Trots detta är maskinernas stabilitet och kranarnas lyftkraft ändå ofta tillräckliga för att hantera inte alltför stora träd stående under intagningen. Det är viktiga egenskaper som är särskilt intressanta i gallring. Maskinutvecklingen har också under de senaste två decennierna helt koncentrerats till system som börjar med avskiljning av trädet. I fortsättningen behandlas bara sådana system, dvs. nedre delen av figur 4.

## **System med bearbetning av avskilda träd**

I system för bearbetning av avskilda träd finns goda möjligheter till överlappning mellan olika arbetsmoment, särskilt när avskiljningen följs direkt av läggning av trädet. Båda de vänstra systemen ger faktiskt möjlighet till överlappning av samtliga arbetsmoment, vilket återspeglar den framgång engreppsskördaren haft. Vilket av systemen som närmast beskriver

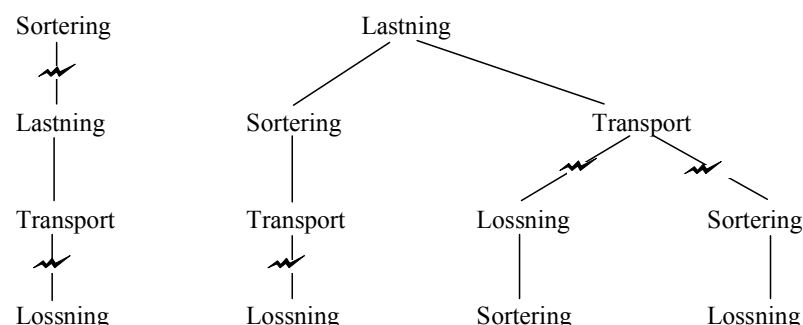
engreppsskördaren är mer en fråga om förarens arbetsmönster och skicklighet. Systemet (12345) längst till vänster beskriver även tvågreppsskördaren där kvistning–kapning avsågs ske parallellt med fällning–intagning.

Vid stående intagning av ett avskilt träd kan det läggas (132XX) t.ex. i stickvägen vid gallring för att sedan upparbetas (13245). Ett sådant system kan representeras av en engreppsskördare i gallring som kan hantera stående träd. Alternativt kan det lagda trädet bearbetas vidare i en särskild enhet. Det stående trädet kan också överföras till en upparbetningsenhet på maskinen som kvistar det stående, kapar och lägger ned delarna (13452).

## Fler arbetsmoment

Samtliga system innebär hittills, att virket någonstans ligger ned uppkapat i längder. Det kan emellertid ligga sorterat eller osorterat och på marken eller i ett lastutrymme. Det ger olika förutsättningar för terrängtransporten och ställer olika krav på behovet av sortering vid lossningen på avlägget. Ett komplett system innehåller således utöver de fem behandlade arbetsmomenten ytterligare fyra: sortering, lastning, transport och lossning. I ett kort-virkessystem kan ingen av dessa arbetsoperationer ske innan virket har kapats. De kan därför adderas i valfri ordning till de utvalda systemen.

De fyra tillkommande arbetsmomenten kan ordnas i 24 olika följder, bilaga 2. Eftersom lastning måste komma före transport och transport före lossning reduceras antalet kombinationer till endast 4 teoretiskt möjliga följder. De har alla följden lastning, transport och lossning som stomme, med sorteringen inskjuten i respektive möjliga positioner, figur 5. I systemet längst till vänster i figuren sorteras virket i högar på marken. Sortering och lastning kan inte överlappa varandra och lossningen kan inte påbörjas förrän på avlägget. I nästa system har lastning och sortering integrerats, och i de två systemen längst till höger i figuren lastas osorterat virke. Sorteringen sker från lasset eller på travarna. Det leder till tidsödande kranarbete och systemen är knappast realistiska. Dock sparas den variant där sorteringen sker sist. Det systemet håller möjligheten till sortering senare än avlägg öppen.



**Figur 5.**  
**Delsystem för transport.**

# Kompletta drivningssystem

Kombination av de fyra systemen för upparbetning av avskilda träd och de tre kvarvarande transportsystemen ger 12 kompletta drivningssystem för rundvirke, tabell 1.

**Tabell 1.**

**Kompletta drivningssystem för rundvirke, med arbetsoperationerna i tidsföljd uppifrån och ner.**

| A.1         | A.2         | A.3         | B.1         | B.2         | B.3         |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Avskiljning | Avskiljning | Avskiljning | Avskiljning | Avskiljning | Avskiljning |
| Läggning    | Läggning    | Läggning    | Läggning    | Läggning    | Läggning    |
| Intagning   | Intagning   | Intagning   | Kvistning   | Kvistning   | Kvistning   |
| Kvistning   | Kvistning   | Kvistning   | Intagning   | Intagning   | Intagning   |
| Kapning     | Kapning     | Kapning     | Kapning     | Kapning     | Kapning     |
| Sortering   | Lastning    | Lastning    | Sortering   | Lastning    | Lastning    |
| Lastning    | Sortering   | Transport   | Lastning    | Sortering   | Transport   |
| Transport   | Transport   | Lossning    | Transport   | Transport   | Lossning    |
| Lossning    | Lossning    | Sortering   | Lossning    | Lossning    | Sortering   |

| C.1         | C.2         | C.3         | D.1         | D.2         | D.3         |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Avskiljning | Avskiljning | Avskiljning | Avskiljning | Avskiljning | Avskiljning |
| St. intagn. | St. intagn. | St. intagn. | St. intagn. | St. intagn. | St. intagn. |
| Läggning    | Läggning    | Läggning    | St. kvistn. | St. kvistn. | St. kvistn. |
| Kvistning   | Kvistning   | Kvistning   | St. kapn.   | St. kapn.   | St. kapn.   |
| Kapning     | Kapning     | Kapning     | Läggning    | Läggning    | Läggning    |
| Sortering   | Lastning    | Lastning    | Sortering   | Lastning    | Lastning    |
| Lastning    | Sortering   | Transport   | Lastning    | Sortering   | Transport   |
| Transport   | Transport   | Lossning    | Transport   | Transport   | Lossning    |
| Lossning    | Lossning    | Sortering   | Lossning    | Lossning    | Sortering   |

Hittills har systemen bara betraktats som en kombination av arbetsmoment, eller fysiska skeenden, för att inte skapa förutfattade bindningar till befintlig teknik. I det här skedet är det på sin plats att beskriva systemen A.1-D.3 i tabellen i tänkbara maskinkoncept för fortsatt analys. Även om termer som en- eller tvågreppsskördare, EGS resp. TGS, eller drivare, EGD eller TGD,

använts i beskrivningen är det principen som avses och inte nödvändigtvis en befintlig teknisk lösning. Drivare betecknar här en avverkningsmaskin som i något moment bär en last av virke. Dessutom har avskiljning och läggning tillsammans benämnts fällning, när de sker direkt efter varandra.

### **System A.1**

En konventionell tvågreppsskördare fäller, tar in, kvistar och kapar virket och sorterar det i högar på marken. Virket skotas ut. Fällning/intagning och kvistning/kapning av på varandra följande träd sker parallellt. (A.1.1)

En tvågreppsdrivare fäller, tar in, kvistar och kapar virket och sorterar det i lastutrymmet, och skotar ut virket. Fällning/intagning och kvistning/kapning av på varandra följande träd sker parallellt. (A.1.2)

En tvågreppsdrivare fäller, tar in, kvistar och kapar virket och sorterar det i fickor där virket buntas och läggs på marken. Fällning/intagning och kvistning/kapning av på varandra följande träd sker parallellt. Buntarna skotas ut med en skyttel. (A.1.3)

### **System A.2**

Som A.1.1, men skördaren gör ingen sortering, utan den görs av skotaren vid lastningen. (A.2.1) I praktiken är en blandning av A.1.1 och A.2.1 vanlig beroende på antal och typ av sortiment.

### **System A.3**

Som A.1.1, men varken skördaren eller skotaren sorterar. Skördaren märker virket som sedan sorteras vid terminal eller industri. (A.3.1)

En tvågreppsdrivare fäller, tar in, kvistar och kapar virket märker det samt matar in det osorterat i lastutrymmet. detta utgör en enhetslast. Fällning/-intagning och kvistning/kapning av på varandra följande träd sker parallellt. Enhetslasterna ställs av och hämtas av en skyttel. Sorteringen sker på terminal eller vid industri. (A.3.2)

### **System B.1**

En konventionell engreppsskördare fäller, kvistar (delvis under intagning), kapar och sorterar virket i högar på marken. På varandra följande moment överlappar varandra. En skotare kör ut virket.(B.1.1)

En engreppsdrivare fäller, kvistar (delvis under intagning), kapar och sorterar virket i högar på marken och lastar. På varandra följande moment överlappar varandra. Drivaren kör ut virket. (B.1.2)

En engreppsdrivare fäller, kvistar (delvis under intagning), kapar och sorterar virket i fickor där virket buntas och läggs på marken. På varandra följande moment överlappar varandra. Buntarna skotas ut med en skyttel. (B.1.3)

### **System B.2**

En engreppsdrivare fäller, kvistar (delvis under intagning), kapar och sorterar virket direkt i lasset. På varandra följande moment överlappar varandra. Drivaren kör ut virket. (B.2.1)

### **System B.3**

En engreppsdrivare fäller, kvistar (delvis under intagning), märker och kapar virket direkt i lasset. På varandra följande moment överlappar varandra. Drivaren kör ut virket. Sortering sker vid terminal eller industri. (B.3.1)

En engreppsdrivare fäller, kvistar (delvis under intagning), märker och kapar virket direkt i lasset som utgör en enhetslast som ställs av. På varandra följande moment överlappar varandra. Enhetslasterna skotas ut med en skyttel. Sortering sker vid terminal eller industri. (B.3.2)

### **System C.1**

En tvågreppsskördare tar in stående träd, kvistar och kapar virket och sorterar det i högar på marken. De skotas ut. Fällning/intagning och kvistning/kapning av på varandra följande träd sker parallellt. (C.1.1)

En tvågreppsdrivare tar in stående träd, kvistar och kapar virket och sorterar det i lastutrymmet samt skotar ut virket. Fällning/intagning och kvistning/kapning av på varandra följande träd sker parallellt. (C.1.2)

En tvågreppsdrivare tar in stående träd, kvistar och kapar virket samt sorterar det i fickor där virket buntas och läggs på marken. Fällning/intagning och kvistning/kapning sker parallellt. Buntarna skotas ut med en skyttel. (C.1.3)

En engreppsskördare tar in stående träd, lägger dem samt kvistar, kapar och sorterar virket i högar på marken. Högarna skotas ut. (C.1.4)

En engreppsdrivare tar in stående träd, lägger dem samt kvistar, kapar och sorterar virket i högar på marken och lastar. Drivaren kör ut virket. (C.1.5)

En engreppsdrivare tar in stående träd, lägger dem samt kvistar, kapar och sorterar virket i fickor där virket buntas och läggs på marken. Buntarna skotas ut med en skyttel. (C.1.6)

## **System C.2**

Som C.1.1, men skördaren gör ingen sortering, utan den görs av skotaren vid lastningen. (C.2.1)

En engreppsdrivare tar in stående träd, lägger dem samt kvistar, kapar och sorterar virket direkt i lasset. På varandra följande moment överlappar varandra. Drivaren kör ut virket. (C.2.2)

## **System C.3**

Som C.1.1, men varken skördaren eller skotaren sorterar. Skördaren märker virket som sedan sorteras vid terminal eller industri. (C.3.1)

En tvågreppsdrivare tar in stående träd samt kvistar och kapar virket, märker det och matar in det osorterat i lastutrymmet som utgör en enhetslast. Fällning/intagning och kvistning/kapning sker parallellt. Enhetslasterna ställs av och hämtas av en skyttel. Sorteringen sker på terminal eller vid industri. (C.3.2)

En engreppsdrivare tar in stående träd, lägger dem samt kvistar, märker och kapar virket direkt i lasset. På varandra följande moment överlappar varandra. Drivaren kör ut virket. Sortering sker vid terminal eller industri. (C.3.3)

En engreppsdrivare tar in stående träd samt lägger dem, kvistar, märker och kapar virket direkt i lasset som utgör en enhetslast som ställs av. På varandra följande moment överlappar varandra. Enhetslasterna skotas ut med en skyttel. Sortering sker vid terminal eller industri. (C.3.4)

## **System D.1**

En tvågreppsskördare med vertikal upparbetning tar in stående träd samt kvistar och kapar virket stående, lägger och sorterar det i högar på marken. Högarna skotas ut. Fällning/intagning och kvistning/kapning av på varandra följande träd sker parallellt. (D.1.1)

En tvågreppsdrivare med vertikal upparbetning tar in stående träd samt kvistar och kapar virket stående, lägger och sorterar det i lastutrymmet och skotar ut virket. Fällning/intagning och kvistning/kapning av på varandra följande träd sker parallellt. (D.1.2)

En tvågreppsdrivare med vertikal upparbetning tar in stående träd, kvistar och kapar virket stående samt lägger och sorterar det i fickor där virket buntas och läggs på marken. Fällning/intagning och kvistning/kapning sker parallellt. Buntarna skotas ut med en skyttel. (D.1.3)

## **System D.2**

Som D.1.1, men skördaren gör ingen sortering, utan den görs av skotaren vid lastningen.

## **System D.3**

Som D.1.1, men varken skördaren eller skotaren sorterar. Skördaren märker virket som sedan sorteras vid terminal eller industri. (D.3.1)

En tvågreppsdrivare med stående upparbetningsenhet tar in stående träd, kvistar, kapar och märker virket, lägger det osorterat i lastutrymmet som utgör en enhetslast. Fällning/intagning och kvistning/kapning sker parallellt. Enhetslasterna ställs av och hämtas av en skyttel. Sorteringen sker på terminal eller vid industri. (D.3.2)

## **Systemurval för fortsatt analys**

Listan över systemurval ovan innehåller ett stort antal tänkbara system där skillnaderna ibland kan vara svåra att se. Skillnaden mellan systemen i grupp A och i grupp B är att de i grupp A kvistar efter intagning, vilket är tvingande i tvågreppssystem som arbetar med parallella processer. I engreppssystem som arbetar med överlappande processer är det mer en metodfråga om kvistningen eller intagningen kommer först. Den stående intagningen, under C, som måste vara avslutad före nästa moment gör en motsvarande distinktion meningslös, och därför faller många motsvarigheter till systemen i grupp B under C, inte under grupp D. Det stora antalet system under C skall således inte tolkas som att denna grupp av system skulle ha en särskilt hög utvecklingspotential, utan är snarare en nomenklaturfråga.

I det fortsatta urvalet av system för närmare analys har i förstounde två kriterier tillämpats. Intagning av stående träd är inte meningsfull i slutavverkning. Hantering av buntat rundvirke sker inte i gallring, p.g.a. skaderisk och utrymmesbrist. Kombinationen av dessa båda kriterier utesluter systemen C.1.3, C.1.6 och D.1.3. Skördare som tar in stående träd, för att efter upparbetningen lägga virket på marken, syns inte tillföra något. Den stående intagningen tar tid och borde därför leda till någon fördelaktig skillnad i den fortsatta processen jämfört med konventionella skördare. Systemen C.1.1, C.1.4, C.2.1, C.3.1, D.1.1, D.2.1 och D.3.1 utesluts därför i urvalet. Utöver de två referenssystemen, konventionella en- och tvågreppsskördare med skotning, A.1.1 och B.1.1, återstår 16 system.

Från rationaliseringssynpunkt är det främst två arbetsmoment som är intressanta, nämligen lastning och sortering. Med avseende på dessa båda arbetsmoment kan de återstående 16 systemen delas upp i grupper. Lastningen kan ske som lösvirke eller bunt från marken eller som upparbetning

direkt i lastutrymme eller enhetslast. Sorteringen kan vara gjord på mark, i lasset eller inte alls. De totalt 18 systemen kan inordnas i 6 av de 12 möjliga kombinationerna, tabell 2.

**Tabell 2.**  
**Gruppering av drivningssystemen.**

| Sortering    | Från mark                           |                   | Upparbetning i lasset                        |                            |
|--------------|-------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|----------------------------|
|              | lösvirke i hög                      | bunt              | fast lastutrymme                             | enhetslast                 |
| på marken    | 1) A.1.1<br>B.1.1<br>B.1.2<br>C.1.5 | 2) A.1.3<br>B.1.3 |                                              |                            |
| i lasset     |                                     |                   | 3) A.1.2<br>B.2.1<br>C.1.2<br>C.2.2<br>D.1.2 | 4) A.3.2<br>C.3.2<br>D.3.2 |
| vid terminal |                                     |                   | 5) B.3.1<br>C.3.3                            | 6) B.3.2<br>C.3.4          |

- EGS och TGS med skotning som referenssystem. EGD med eller utan intagning av stående träd. (A.1.1; B.1.1; B.1.2; C.1.5)  
Utvecklingsbehov:  
– I stort sett känd teknik.
- EGD eller TGD med buntning, skyttel.(A.1.3; B.1.3)  
Utvecklingsbehov:  
– Teknik för buntning  
– Automatisk lastning lossning med kran  
– Skyttel för transporten.
- TGD med upparbetning och sortering i lasset, med eller utan intagning av stående träd och vertikal bearbetning. EGD med upparbetning och sortering i lasset, med eller utan intagning av stående träd.(A.1.2; B.2.1; C.1.2; C.2.2; D.1.2)  
Utvecklingsbehov:  
– Lastutrymme för sortering  
– Vertikal upparbetning.
- TGD med upparbetning och sortering i enhetslast, med eller utan intagning av stående träd och vertikal bearbetning. Skyttel med lastväxlare.(A.3.2; C.3.2; D.3.2)  
Utvecklingsbehov:  
– Lastväxlare  
– Skyttel  
– Vertikal upparbetning.

5. EGD som märker och upparbetar osorterat direkt i lasset, med eller utan intagning av stående träd. Sortering vid terminal.(B.3.1; C.3.3)  
Utvecklingsbehov:
  - Märkning.
6. EGD som märker och upparbetar osorterat direkt i enhetslast, med eller utan intagning av stående träd. Skyttel med lastväxling.(B.3.2; C.3.4)  
Utvecklingsbehov:
  - Märkning
  - Lastväxlare
  - Skyttel.

En enkel genomgång av tabell 2 visar i hur många system som olika utvecklingsinsatser kan nyttiggöras. Detta speglar de valmöjligheter som en viss utveckling kan ge.

| Utvecklingsinsats            | Antal System |
|------------------------------|--------------|
| Skyttel                      | 7            |
| Lastväxlare                  | 5            |
| Lastutrymme för sortering    | 5            |
| Märkning                     | 4            |
| Sortering vid terminal       | 4            |
| Automatisk lastning lossning | 2            |
| Buntning                     | 2            |
| Vertikal upparbetning        | 2            |

Vissa system kräver en kombination av insatser. Sålunda finns i vissa system ett samband mellan skyttel och lastväxlare, märkning och sortering vid terminal samt inte minst mellan buntning, automatisk lastning och skyttel. Tidsperspektivet för de olika systemen varierar naturligtvis också. Närmast i tiden ligger en vidareutveckling av lastutrymmet på drivare, så att sorteringen underlättas. Längst fram i tiden ligger den förarlösa skytteln eller automatiserad lastning av buntar.

Sett ur en annan synvinkel är systemen olika lämpade för olika avverkningsformer. Vissa passar bara för slutavverkning, främst beroende på krav på fritt utrymme för bunthantering eller fällning med TGD utan hantering av stående träd, grupp A. Andra system passar bara för gallring, främst beroende på att stora träd är svåra att hantera stående vid intagning eller upparbetning. Det gäller TGD i grupp C eller D och EGD i grupp C. Några system kan dock fungera tekniskt i både slutavverkning och gallring. Dessa är EGD i grupp B, system B.2.1, B.3.1 och B.3.2. För dessa system är det inte systemet som sådant utan maskinstorlek och ekonomi som sätter gränsen för i hur grova bestånd systemen är lönsamma.

För att ta steget från denna kvalitativa analys till en kvantitativ ekonomisk analys fordras insamling av data om kostnader och prestationer för nya maskinkoncept, terminaler m.m. De kvantitativa analyserna tros kunna påbörjas under hösten 1999.

## Sammanfattning

Den här rapporten avser en kvalitativ analys av system för drivning av rundvirke enbart och utelämnar därför alla aspekter på systemen med avseende på bränsleuttag. Systemen omfattar hela drivningsarbetet från avskiljningen vid stubben tills virket ligger vid bilväg.

Utifrån ett stort antal ( $9! = 362\,880$  stycken) teoretiskt möjliga kombinationer av nio arbetsmoment har ett antal (160 stycken) teoretiskt möjliga system sorterats ut genom att systematiskt utesluta fysiskt omöjliga följder av arbetsmoment. Därefter har en subjektiv uteslutning av system som leder till aviga operationsföljder samt system med små möjligheter till överlappning mellan, eller parallellkörning av arbetsmoment, minskat antalet praktiskt användbara operationsföljder till 12 stycken med inalles 30 systemvarianter, som har beskrivits mer utförligt i termer av skördar- eller drivarsystem. Med avseende på hur lastning och sortering utförs i systemen delas de in i fem grupper, utöver en referensgrupp, med likartade egenskaper. Varje sådan grupp kännetecknas av gemensamma utvecklingsbehov vad gäller teknik och metod.

Ett fåtal av systemen, faktiskt bara tre stycken, bedöms som tekniskt lämpliga i både slutavverkning och gallring. De baserar sig på någon form av engreppsdrivare; i det enklaste fallet med ett lastutrymme som medger bättre sortering; i ett annat i kombination med märkning av virket och sortering vid terminal, och i det mest avancerade fallet i kombination med en skyttel som transporterar ut det märkta virket i enhetslaster. Det är dessa tre system som i första hand kommer att bli föremål för kvantitativa ekonomiska kalkyler och i gallring i kombinerats med intagning av stående träd.

Eftersom subjektiva värderingar ingår i urvalet av system värda att gå vidare med, kan kritik naturligtvis riktas mot resultatet.

Om kritikern anser att något system är bortglömt eller nedvärderat måste han/hon kunna sätta fingret på den logiska felaktighet eller bedömning som lett till det resultatet. Det kan leda till en fruktbar diskussion där nya idéer kan födas.

## Referenser

- (1) Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Report No. 4 1966.
- (2) Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redogörelse nr 4 1998.

# Bilaga 1

- 1 = Avskiljning (separering från stubbe)  
 2 = Läggnig (nedtagning till horisontellt läge)  
 3 = Intagning (förflyttning från stubben till en mer maskinnära position)  
 4 = Kvistning (avskiljning av grenar från stammen)  
 5 = Kapning (uppdelning i flera delar)

## Teoretiskt möjliga kombinationer (permutationer)

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 12345 | 21345 | 31245 | 41235 | 51234 |
| 12354 | 21354 | 31254 | 41253 | 51243 |
| 12435 | 21435 | 31425 | 41325 | 51324 |
| 12453 | 21453 | 31452 | 41352 | 51342 |
| 12534 | 21534 | 31524 | 41523 | 51423 |
| 12543 | 21543 | 31542 | 41532 | 51432 |
|       |       |       |       |       |
| 13245 | 23145 | 32145 | 42135 | 52134 |
| 13254 | 23154 | 32154 | 42153 | 52143 |
| 13425 | 23415 | 32415 | 42315 | 52314 |
| 13452 | 23451 | 32451 | 42351 | 52341 |
| 13524 | 23514 | 32514 | 42513 | 52413 |
| 13542 | 23541 | 32541 | 42531 | 52431 |
|       |       |       |       |       |
| 14235 | 24135 | 34125 | 43125 | 53124 |
| 14253 | 24153 | 34152 | 43152 | 53142 |
| 14325 | 24315 | 34215 | 43215 | 53214 |
| 14352 | 24351 | 34251 | 43251 | 53241 |
| 14523 | 24513 | 34512 | 43512 | 53412 |
| 14532 | 24531 | 34521 | 43521 | 53421 |
|       |       |       |       |       |
| 15234 | 25134 | 35124 | 45123 | 54123 |
| 15243 | 25143 | 35142 | 45132 | 54132 |
| 15324 | 25314 | 35214 | 45213 | 54213 |
| 15342 | 25341 | 35241 | 45231 | 54231 |
| 15423 | 25413 | 35412 | 45312 | 54312 |
| 15432 | 25431 | 35421 | 45321 | 54321 |

## Kombinationer som är fysiskt möjliga

|       |                                 |       |       |
|-------|---------------------------------|-------|-------|
| 12345 |                                 | 41235 | 51234 |
| 12354 |                                 | 41253 | 51243 |
| 12435 |                                 | 41325 | 51324 |
| 12453 |                                 | 41352 | 51342 |
| 12534 |                                 | 41523 | 51423 |
| 12543 |                                 | 41532 | 51432 |
|       |                                 |       |       |
| 13245 | Fysiskt omöjliga kombinationer* |       |       |
| 13254 |                                 |       |       |
| 13425 |                                 |       |       |
| 13452 |                                 |       |       |
| 13524 |                                 |       |       |
| 13542 |                                 |       |       |
| 14235 |                                 |       |       |
| 14253 |                                 |       |       |
| 14325 |                                 |       |       |
| 14352 |                                 |       |       |
| 14523 |                                 |       |       |
| 14532 |                                 |       |       |
|       |                                 |       |       |
| 15234 |                                 | 45123 | 54123 |
| 15243 |                                 | 45132 | 54132 |
| 15324 |                                 |       |       |
| 15342 |                                 |       |       |
| 15423 |                                 |       |       |
| 15432 |                                 |       |       |

\* 1 måste komma före 2 och 3

## Bilaga 2

6 = Sortering  
 7 = Lastning  
 8 = Transport (till avlägg)  
 9 = Lossning

**Teoretiskt möjliga kombinationer (permutationer)**    **Kombinationer som är fysiskt möjliga**

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 6789 | 7896 | 8976 | 9678 |
| 6798 | 7869 | 8967 | 9687 |
| 6879 | 7986 | 8796 | 9768 |
| 6897 | 7968 | 8769 | 9786 |
| 6978 | 7689 | 8679 | 9876 |
| 6987 | 7698 | 8697 | 9867 |

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| 6789                                   | 7896 |
|                                        | 7869 |
| <b>Fysiskt omöjliga kombinationer*</b> |      |
|                                        | 7689 |

\* 7 måste komma före 8 och 9.

## Arbetsrapporter från SkogForsk fr.o.m. 1997

### 1997

- Nr 347 Lindgren, P., Nordlund, S. & Persson, J. (SCA Skog AB) 1997. Utveckling av skogsbrukets operativa organisation – mycket om relationer, roller och gruppdynamik samt lite om teknik och maskiner.
- Nr 348 Mattsson, S. 1997. ADI vid maskinell röjning – lägesrapport hösten 1996.
- Nr 349 von Hofsten, H. 1997. Plantsättning, plantöverlevnad och planttillväxt – en jämförande studie av manuell och maskinell plantering med Silva Nova.
- Nr 350 Gustafsson, L. 1997. Lövet och naturvården i södra Sverige – seminarium i Växjö den 6 november 1996.
- Nr 351 Thor, M., Nohrstedt, Hans-Örjan & Weslien, J. 1997. Möjliga miljöeffekter av stubbehandling med Timbor, Rotstop (pergamentsvamp) och urea – en litteraturstudie..
- Nr 352 Nordansjö, I. 1997. Kanaler för information till skogsägare..
- Nr 353 Bergström, J. 1997. Slutrapport BasVäg – Fältförsök med nationell vägdatabas.
- Nr 354 Westerberg, D. 1997. Studie av engreppsskördare i avverkning av brandgator och av grävmaskin i anläggning av undersökning av metod och kostnad för hyggesbränning.
- Nr 355 Almqvist, C., Stener, L.-G. 1997. Skogsträdförädlingens databas Fritid. – Definitioner, tabellstruktur och manualer.
- Nr 356 Eriksson, U. 1997. Massförökning av förädlat material på Nya Zeeland och i Australien – intryck från en studieresa i februari 1993.
- Nr 357 Thor, M., Lundström, H. & Nordén, B. 1997. Bränsleanpassad slutavverkning – vid metoder med normala respektive långa toppar.
- Nr 358 Wilhelmsson, L. 1997. Några funktioner för modellering av fiberlängd och fiberlängdsfördelningar.
- Nr 359 Hörnsten, L., Hannerz, M., Eriksson, M., Eriksson, U. & Almqvist, C. 1997. Kontrollerad fröproduktion i växthusplantager.
- Nr 360 Hannerz, M., Almqvist, C. & Arvidsson, P.-Å. Blomning i granfröplantage 501 Bredinge 1996 – jämförelse mellan plantskoleympar, fältympar och sticklingar.
- Nr 361 Löfgren, B. 1997. Autonoma system.
- Nr 362 Westerberg, D., Andersson, G., Mattsson, S., Stener, L.-G. & Werner, M. 1997. Råvara för etanolproduktion.
- Nr 363 Nordlund, S. 1997. Markvattenkemi i två kalkningsförsök i svensk barrskog.
- Nr 364 Löfgren, B. 1997. Dynamics of Forestry Machines.
- Nr 365 Löfgren, B., Wilhelmsson, L. SkogForsk, Hummel, H. & Ericson, M. 1997. Beröringsfri diametermätning.
- Nr 366 Wilhelmsson, L. & Arlinger, J. 1997. Hur mycket är det värt att mäta diametern ”rätt” i skördaren?
- Nr 367 Bergström, J. & Eriksson, J. Insamling av vägdata.
- Nr 368 Granlund, P. Helgesson, T. Landström, M. & Myhrman, D. Prov av Timberjack 1270B/762C.
- Nr 369 Sikström, U. Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm – en surveystudie.
- Nr 370 Mattsson, S. Sammanställning av tillgångar, produktion och förbrukning av trädbränslen.

- Nr 371 von Essen, I. & Möller, J. Fördelningsaptering på mindre trakter.
- Nr 372 Thor, M. & Nordén, B. 1997. Bränsleanpassad slutavverkning – studier av avverkning, rundvirkesskotning och skotning av trädrester hos SCA Skog AB.
- Nr 373 Westlund, A. & Nohrstedt, H.-Ö. 1997. En studie av akuta skador på vanliga skogsmarksväxter orsakade av medel för bekämpning av rotröta.
- Nr 374 Bylund, N. & Rytter, L. 1997. Inventering av sågbart lövvirke i massavedsleveranser.
- Nr 375 Rytter, L. & Werner, M. 1997. Generell naturvårdshänsyn i södra Sverige.
- Nr 376 Almqvist, C. & Ericsson, T. 1997. Reserapport från SFTIC, 1997.
- Nr 377 Jacobson, S. 1997. Återföring av aska till skogsmark – kortsiktiga effekter på floran efter spridning av en krossaska.
- Nr 378 Nordlund, S. 1997. Planteringsförsök – jämförelse av olika planttyper med avseende på planteringsprestation, överlevnad och tillväxt.
- Nr 379 Myhrman, D. 1997. Prov av Ponsse HS16 Ergo/H73. (Ej tryckt. Finns hos uppdragsgivaren-Träteck som skall ge klartecken för tryckning).)
- Nr 380 Pettersson, F. 1997. Utvärdering av tillväxteffekter i 21 praktiskt gödslade försök. Uppdragsgivare: Stora Skog AB.
- Nr 381 Löfgren, B. & Brunberg, T. 1997. Åtgärder för bränslebesparing på kranar. s 11.
- Nr 382 **Gustafsson, L. 1997. Nyckelbiotoper och biotopskyddsområden – landsomfattande inventering av rödlistade mossor och lavar. s 35.**
- Nr 383 Gustafsson, L. 1997. Naturvärdesbedömning av naturvårdsavtal och NOKÅS-objekt samt markägarenkät om Skogsvårdsorganisationens naturvårdsarbete. s 32.
- 1998**
- Nr 384 Löfroth, C. 1998. Kartläggning av komprimeringsutrustning.
- Nr 385 Hannerz, M., Hörnsten, L., Eriksson, U., Eriksson, M. & Almqvist, C. Fröproduktion och frökvalitet efter pollinering i isoleringstält i tallfröplantager. s 13.
- Nr 386 Arlinger, J., Brunberg, B., Eriksson, M. & Thor, M. 1998. Kvalitetskrav, råvaruutnyttjande och kostnader vid kraftigt ökad användning av skogsbränsle – Slutrapport för ett Optiträ-projekt. s. 27.
- Nr 387 Stener, L.-G. 1998. Analys av densitet för kloner av hybridasp. s 11.
- Nr 388 Sonesson, J. & Karlsson, B. 1998. Reserapport från IUFRO Norway Spruce Symposium 1997. s 6.
- Nr 389 Nordén, B. 1998. Studie av ombyggd balares framkomlighet. s 13
- Nr 390 Nordén, B. 1998. Studie av skotning och vidaretransport av balar. s 19.
- Nr 391 Eriksson, I., Bergström, J., Filipsson, J. & Andersson, K. 1998. Utvärdering av tre skogliga planeringssystem. s 95.
- Nr 392 Hallonborg, U. 1998. Drivare – En analys av maskiner för avverkning och transport. s 25.
- Nr 393 Almqvist, C. 1998. Nya metoder för bättre fröproduktion. Slutrapport från ett projekt i tallfröplantage 441 Nervsön. s 18.
- Nr 394 Eriksson, Ingemar. 1998. Utnyttjande av digital geografisk information vid drivning. s 10.
- Nr 395 Nordén, B. 1998. FGS 500 B Flerträdshanterande fälldon. s 14.
- Nr 396 Jacobson, S. 1998. Återföring av aska på skoglig fastmark – effekter på trädens koncentration av tungmetaller. s 15.

- Nr 397 Persson, T., Rytter, L. 1998. Sågutbyten och trädvärden hos björk, ek och klibbal – röjda och gallrade bestånd i södra Sverige. s 15.
- Nr 398 Nordén B. 1998. Jämförande studier av balning, anpassade trädrester, ej anpassade och trädrester i vält. s 17.
- Nr 399 Hallonborg, U. 1998. Ingen man på maskinen. – En förarlös vision. s 19.
- Nr 400 Eriksson P. 1998. Skotare – teknik och metod. En litteraturstudie. s 31. Skotare – teknik och metod – En litteraturstudie.
- Nr 401 Myhrman, D., Landström, M., Granlund, P. & Helgesson, T., Trätek. 1998. Prov av Valmet 965 på Valmet 911. s 15.
- Nr 402 Andersson, G. & Glöde, D. 1998. Beskrivning av askproduktion vid biobränsleeldade värmeverk och återföring av askan till skogen.
- Nr 403 Filipsson, J. 1998. Trädbränsle – en kartläggning av produktion, metoder och förbrukning.
- Nr 404 Eriksson, P. 1998. Påhängsvagn för skotare.
- Nr 405 Rytter, L. & Stener, L.-G. 1998. Genomsnittlig timmerkvalitet för olika lövträd i Sverige. – Uppgifter från riksskogstaxeringarna 1973 – 1975.
- Nr 406 Ring, E. 1998. Effekter av granulerad trädaska på markvattenkemin i tre försök i barrskog på fastmark.
- Nr 407 Pettersson, F. 1998. Tillväxteffekter hos träd vid kraftledning som toppats med helikopter.
- Nr 408 Glöde, D., Nordén, B., Granlund, P., Andersson, G. & Mattson, S. 1998. Förstudie Delta. – Returtransport av komprimerat skogsbränsle från mellersta Norrland till Mälardalen.
- Nr 409 Stener, L.-G., Bergquist, J. Inst. för Sydsvensk Skogsvetenskap, SLU, Asa försökspark 1998. Viltet och lövet i södra Sverige – En sammanfattning av dagens kunskapsläge om skador på lövträd orsakade av hjortdjur och gnagare, med tonvikt på förebyggande åtgärder.
- Nr 410 Palmér, C.-H. Areca Information AB 1998. Referat från kursen Plantproduktion – miljö och kvalitet.
- Nr 411 Eriksson, P. 1998. Metodstudie i gallring hos SCA.
- Nr 420 Hallonborg, U. 1999. Analys av sortimentsmetoder.