

# Jordbruksstekniska institutet

Swedish Institute of Agricultural Engineering

ULTUNA - UPPSALA

## Logistik vid direktskörd av Salix

Delrapport över analys av hanterings-  
och transportsystem vid skörd av Salix

Studien är genomförd med stöd från  
Stiftelsen Lantbruksforskning och Vattenfall AB

Birger Danfors  
Berndt Nordén

JTI-rapport 194

1994

## **Logistik vid direktskörd av Salix**

**Delrapport över analys av hanterings- och transportsystem  
vid skörd av Salix**

*Logistics for simultaneous harvesting and cutting of short rotation  
energy forest*

Birger Danfors  
Berndt Nordén

Copyright  
© Jordbruksstekniska institutet (JTI)  
Enligt lagen om upphovsrätt är det förbjudet att utan skriftligt tillstånd av  
copyrightinnehavaren helt eller delvis mångfaldiga detta arbete.

Tryck: Jordbruksstekniska institutet, Uppsala 1994

ISSN 0346-7597

10. *Leucosia* *leucostoma* (Fabricius) *leucostoma* (Fabricius) *leucostoma* (Fabricius)

## Innehåll

Förord .....	5
Sammanfattning .....	7
Summary and discussion .....	11
Bakgrund .....	17
Syfte .....	18
Uppläggning och redovisning av studien .....	18
Beskrivning av tider och deras benämning .....	19
Systemanalysprogram för hantering och transport vid direktskörd av Salix .....	20
Basdata använda i analysprogrammet .....	22
Resultat från fältstudier över skördemaskiner åren 1992-1994 .....	25
Bedömning av skördekapaciteter i olika bestånd av Salix .....	28
Kalkylexempel .....	32
Fortsatta kompletterande studier .....	42
Diskussion .....	42
Maskinreferenser .....	47

Bilaga 1      Ytterligare exempel på hur analysprogrammet kan utnyttjas för logistiska beräkningar

Bilaga 2      Tekniska data över skördare som omfattas av fältstudierna  
Tekniska data och internationell översikt



## Förord

Jordbruksstekniska institutet (JTI) och SkogForsk har under vintern 1993/94 i samarbete genomfört ytterligare en serie arbetsstudier över salixskörd. Detta samarbete som inleddes vintern 1991/92 har resulterat i ett antal JTI-rapporter som beskriver bl.a. maskinutvecklingen inom området och de svårigheter och krav som är förknippade med skörd och hantering av Salix. De resultat som presenterats bedöms ha medverkat till att man kunnat eliminera vissa problem och att man fått en i huvudsak positiv utveckling av maskintekniken. Arbetsstudierna har också i stor utsträckning legat till grund för de ekonomiska kalkyler som tagits fram för energiskogsskörd.

Tyngdpunkten i vinterns arbete har lagts på framtagning och användning av ett datorbaserat analysprogram för sammanställning av kalkyler för nuvarande och några framtida hanterings- och transportsystem från skörd till leverans av Salix vid värmeanläggning. För detta arbete har Berndt Nordén vid SkogForsk ansvarat.

Fältstudierna har genomförts av forskningsledare Birger Danfors, JTI och forskare Berndt Nordén. Birger Danfors har därvid svarat för beskrivningar av bestånd, markförhållanden m.m. liksom av maskiner medan Berndt Nordén gjort detaljerade mätningar av maskinprestationerna. Baserat på dessa grunddata har sedan en gemensam bedömning gjorts av maskinernas funktion, kapaciteter, framkomlighet liksom deras framtida utvecklingsmöjligheter.

Med utgångspunkt från registrerade maskin- och förarprestationer har Berndt Nordén med hjälp av det framtagna analysprogrammet utarbetat olika förslag och kostnadskalkyler för skörd och hantering.

Texten till föreliggande delrapport har utarbetats av Birger Danfors i samråd med Berndt Nordén.

Översättning av sammanfattning och diskussion till engelska har utförts av fil. kand. Nigel Rollison.

Studien är genomförd med stöd från Stiftelsen Lantbruksforskning och Vattenfall AB.

Till alla som på olika sätt bidragit till studiernas genomförande framför institutet härmad ett varmt tack.

Ultuna, Uppsala i oktober 1994

*Björn Sundell*  
Chef för Jordbruksstekniska institutet



## Sammanfattning

JordbrukskTekniska institutet (JTI) och SkogForsk har under vintern 1993/94 i samarbete genomfört en serie arbetsstudier över salixskörd. Detta samarbete som inleddes vintern 1991/92 har resulterat i ett antal JTI-rapporter som beskriver bl.a. maskinutvecklingen inom området liksom de svårigheter och krav som är förknippade med skörd och hantering av Salix. De resultat som presenterats bedöms ha medverkat till att man kunnat eliminera vissa problem och att man fått en i huvudsak positiv utveckling av maskintekniken. Arbetsstudierna har också i stor utsträckning legat till grund för de ekonomiska kalkyler som tagits fram för energiskogsskörd.

Tyngdpunkten i vinterens arbete har lagts på framtagning och användning av ett datorbaserat analysprogram för sammanställning av kalkyler för logistiken vid skörd och leverans av Salix. Strategin har varit att i ett första steg arbeta med direktskördat material med sikte på att i en kommande etapp inkludera även all hantering vid helkottsskörd. Arbetsstudierna i fält över skörd och transporter inleddes i mitten av januari 1994. Då arbetet begränsats till **direktskörd** av Salix har studierna endast omfattat skördmaskinerna **Austoft 7700**, **Bender 85 kW** och **Claas Jaguar 695**.

Syftet med den genomförda studien har varit att beskriva hur logistiken vid direktskörd av Salix kan utvecklas under nuvarande förhållanden. Med hjälp av det framtagna analysprogrammet har kalkyler sammanstälts för några hanterringssystem från skörd till leverans vid central värmeanläggning. I rapporten beskrivs analysprogrammet och lämnas exempel på hur det används. Avsikten är att det skall kompletteras i takt med att nya data och erfarenheter kommer fram. Analysprogrammet kommer sedan att finnas tillgängligt för bl.a. salixrådgivare och andra som arbetar inom området.

Föreliggande delrapport är en första beskrivning och redovisning av arbetet med detta analysprogram.

Följande generella krav har ställts vid framtagning av systemanalysprogrammet:

- Programmet skall kunna användas för kostnadsberäkningar av hela maskinsystem.
- Antalet delprogram som skall användas skall kunna väljas fritt. Man skall sålunda t.ex. kunna använda enbart beräkningsprogrammet för skörde-kostnader om så önskas.
- I aktuella delprogram skall flera olika maskiner/fordon kunna kombineras.
- Maskinvalet skall kunna varieras i känslighetsanalyser, så att då t.ex. en maskin i systemet byts ut medför det en ändring av resultatet.
- Programmet skall vara utbyggbart för andra delprogram, t.ex. manuellt arbete och landsvägstransporter med traktor.
- Eventuella kostnader för vägar, avlägg och terminaler skall kunna integreras i kalkylen.
- Som bas i beräkningarna används arbetsdata framtagna vid studier i samband med kommersiell skörd och vidarehantering av flis och helkott.

- Resultaten skall kunna presenteras i olika mättenheter t.ex. kr/ton råvikt, kr/ton torrsubstans eller kr/MWh.
- Programmet skall kunna användas av alla som har datorvana. Stor "användarvänlighet" har eftersträvats.

Som underlag för analysprogrammet har, baserat på flera års studier med framtagning av arbetsdata, *bedömningar gjorts* av tre här aktuella skörde-maskiners kapaciteter i olika täta bestånd av *Salix viminalis*.

För att få jämförbara kalkyler har vissa viktiga basdata, exempelvis maskinpriser, avskrivningstider, bränslekostnader och årlig användningstid ställts samman för de olika maskinerna.

I rapporten visas några exempel på hur analysprogrammet används och vilka resultat som kan uppnås. I bilaga 1 finns ytterligare ett antal exempel.

I ett avsnitt baserat på litteraturstudier har sammanställts en översikt över skördemaskiner aktuella i Sverige och andra länder. Här kan man dock konstatera, baserat på erfarenheterna i Sverige, att utvecklingen inom området går så snabbt att tidigare publicerade uppgifter om bl.a. skördekapaciteter på kort tid blivit inaktuella. Sammanställningen kan dock vara av intresse för den som önskar få en uppfattning om var arbeten bedrivs inom området energiskogs-skördare.



Bild 1. Austoft 7700 med bredvidgående traktor och lantbruksvagn. Foto: Birger Danfors

Figure 1. Austoft 7700 with accompanying tractor and agricultural trailer.

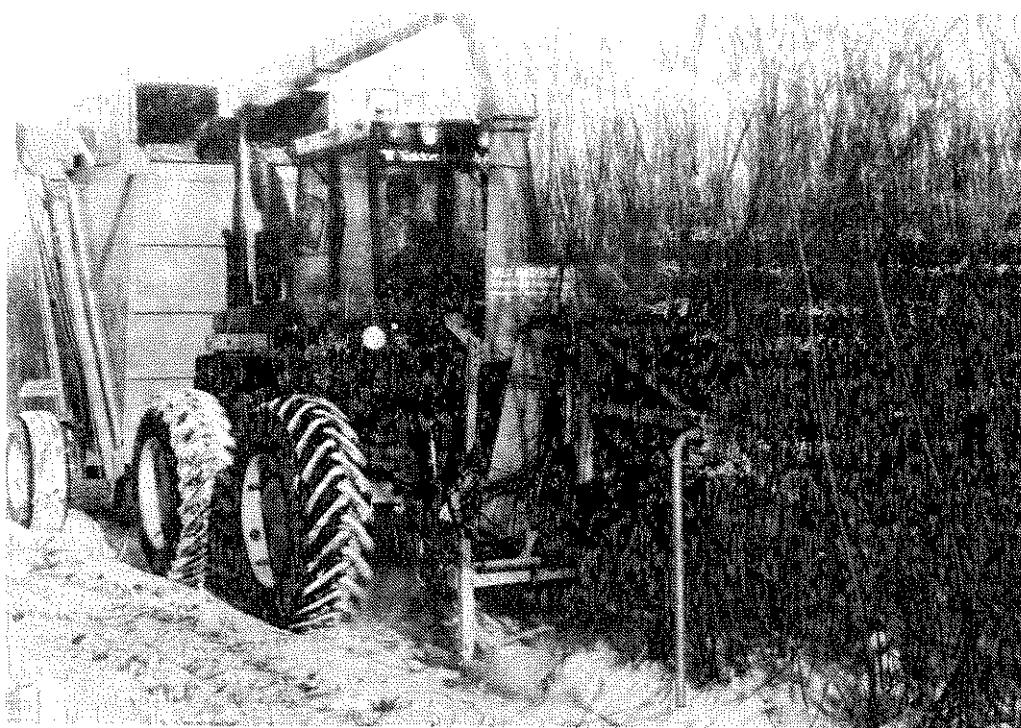


Bild 2. Bender 85 kW med sågkedja som skär av skotten under snön. Flis samlas i bogserad högtippande vagn. Foto: Birger Danfors

*Figure 2. Bender 85 kW with a saw chain that cuts off the shoots under the snow. Chips are collected in a trailed high-level tipping wagon.*

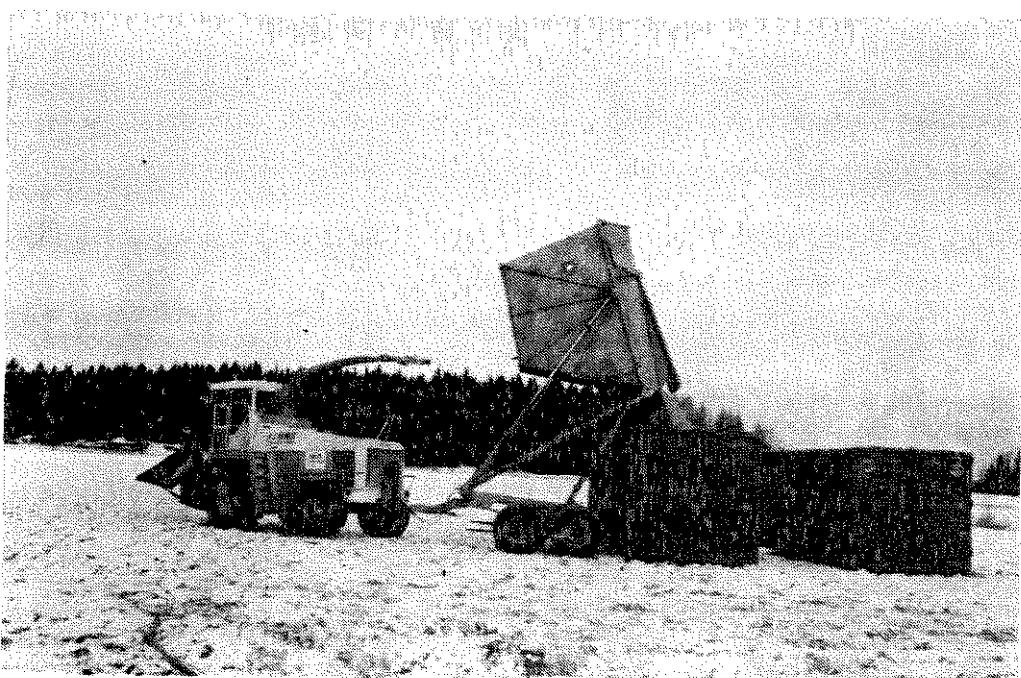


Bild 3. Claas Jaguar 695 med bogserad högtippande vagn som här töms i en container. Foto: Birger Danfors

*Figure 3. Claas Janguar 695 with a trailed high-level tipping wagon which here is being unloaded into a large bin.*

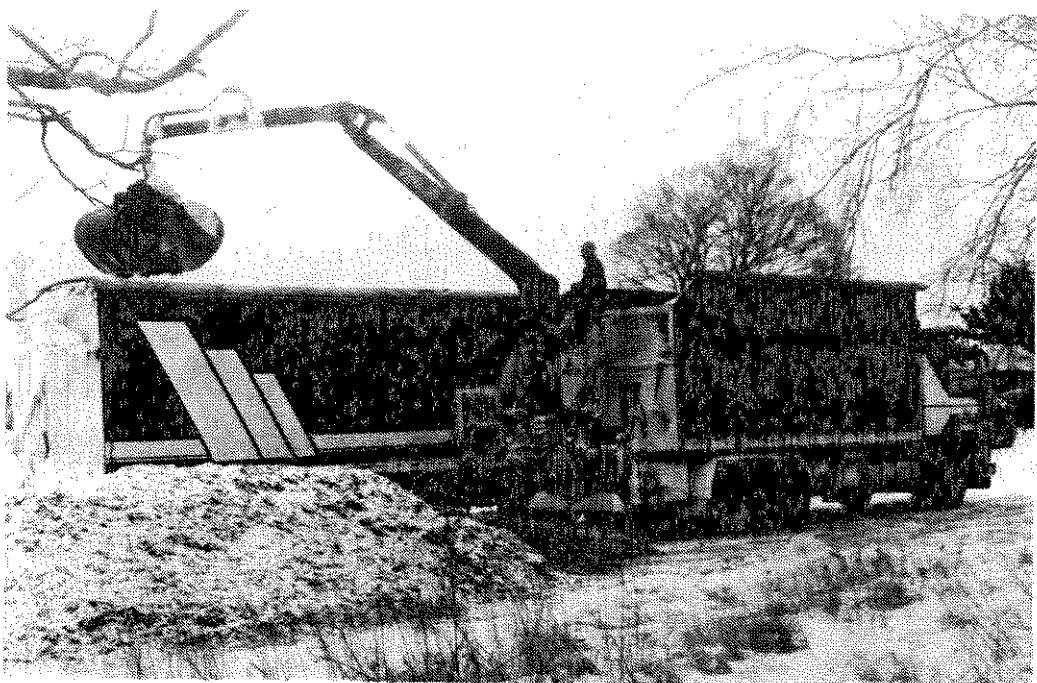


Bild 4. Flistransportfordon, lastbil ( $45 \text{ m}^3$ ) med släp ( $90 \text{ m}^3$ ). Lastning sker med kranskopa ( $1,5 \text{ m}^3$ ) monterad på lastbilen. Lastkapacitet 30 ton. Foto: Birger Danfors

*Figure 4. Vehicle for transporting chips, a truck ( $45 \text{ m}^3$ ) and trailer ( $90 \text{ m}^3$ ). Loading is done with a crane ( $1.5 \text{ m}^3$  bucket) mounted on the truck. The loading capacity is 30 tonnes.*

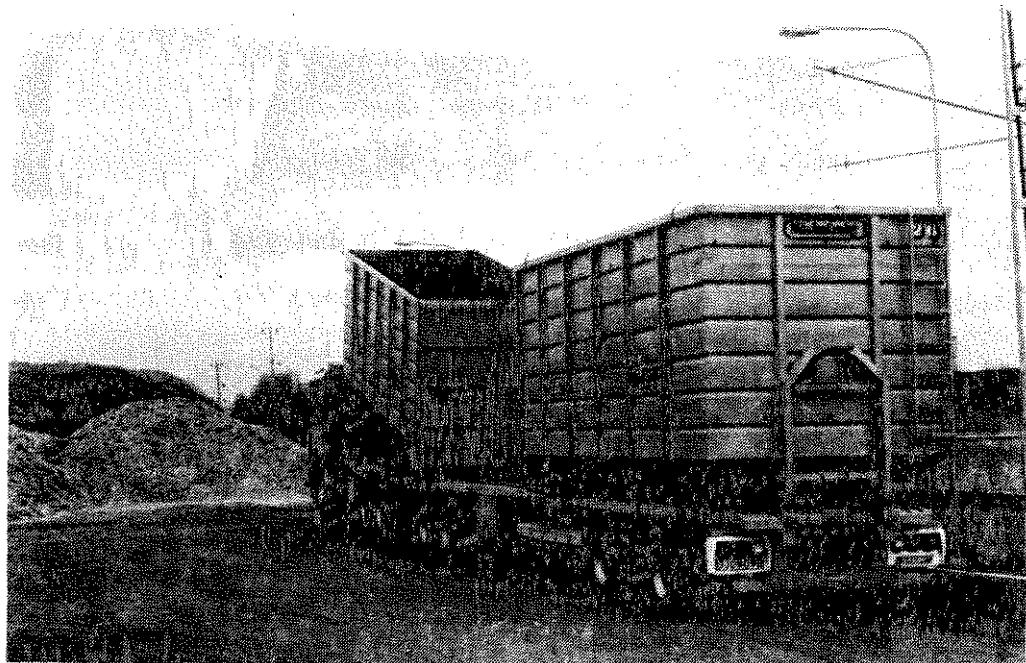


Bild 5. Flistransportbil för tre containers vid avlastning vid värmeverk. Lastkapacitet 30 ton. Foto Birger Danfors

*Figure 5. Truck for transporting chips in three bins unloading at a heating plant. Transport capacity 30 tonnes.*

## Summary and discussion

### Summary

During the winter of 1993/94, the Swedish Institute of Agricultural Engineering (Jordbruksstekniska institutet, JTI) and The Forestry Research Institute of Sweden (SkogForsk) cooperated in a series of performance studies into the harvesting of Salix. This cooperation, started during the winter of 1991/92, has resulted in a number of reports from JTI describing, for example, the development of machinery within this sector as well as the difficulties and requirements associated with harvesting and handling of Salix. The results presented are considered to have contributed to the elimination of certain problems and to obtaining a largely positive development of the machinery. The performance studies have also largely been used as a basis for economic calculations prepared for harvesting of energy forestry.

Emphasis in the work during the winter was placed on developing and using a computer-based analytical programme for compiling calculations for logistics in harvesting and delivery of Salix. The strategy was to initially work with directly-harvested material in order to subsequently include all handling in whole-shoot harvesting. The performance studies in the field of harvesting and transportation started in mid-January 1994. Since the work has been restricted to direct harvesting of Salix, the studies have only concerned the **Austoft 7700**, **Bender 85 kW** and **Claas Jaguar 695** harvesters.

The aim of the study was to describe how logistics in direct harvesting of Salix can be developed under prevailing conditions. Using the prepared analytical programme, calculations have been compiled for different handling and transportation systems from harvesting to delivery at a district heating plant. A description is also given in the report of the analytical programme and examples are given of how it is used. The intention is that it should be supplemented in pace with the emergence of new data and experiences. The analytical programme can then be available to, e.g., Salix advisers and other people working within this sector.

The present sub-report is the first description and account of the work with this analytical programme.

The following general requirements have been placed when developing the system analysis programme:

- It must be possible to use the programme for cost calculations of the entire machinery system.
- The number of sub-programmes that can be used should be freely chosen. Thus, for example, it should be possible to use only the calculation programme for harvesting costs if so desired.
- In the relevant sub-programmes, it must be possible to combine several different machines/vehicles.

- The machine choice must be capable of variation in sensitivity analyses so that, for example, when a machine in the system is replaced, it leads to a change in the result.
- It must be possible to extend the programme for other sub-programmes, e.g., manual work and road transportation using a tractor.
- It must be possible to integrate any costs for roads, landings and terminals into the calculation.
- The calculations are based on working data obtained in studies in connection with commercial harvesting and further handling of chips and whole shoots.
- It must be possible to present the results in different measuring units such as SEK/tonne fresh weight, SEK/tonne dry matter or SEK/MWh.
- It must be possible for the programme to be used by anyone with computer experience. Large "user-friendliness" has been the ambition.

Based on several years of studies dealing with the preparation of working data in order to provide material for the analytical programme, **assessments have been made** of the capacities of three different harvesters in differently-dense stands of *Salix viminalis*.

In order to be able to obtain comparable calculations, certain important basic data, e.g., machine costs, depreciation periods, fuel costs and annual working period, have been compiled for the different machines.

The report shows examples of how the analytical programme can be used and the results that can be obtained. Annex 1 shows a number of further examples.

### **Continued complementary studies**

During the coming winter (1994/95), the intention is to widen the analytical programme presented here to include also harvesting and handling of whole shoots. In addition, further examples shall be given that illustrate how different resources in the form of machines and vehicles can be utilized and the costs this will lead to when the conditions for harvesting and marketing vary.

It is important that new performance measurements are conducted during the next few years since there is a continuous rapid development and improvement of both harvesters and of the *Salix* stands to be harvested. In combination with older data, it will then be possible to read the technical development and also to see what some of the natural stand variations imply for the opportunities to achieve high harvesting capacity.

The studies conducted have also led to that certain problems involving working environment in the harvesters have been observed and a research programme to study these problems should be initiated as soon as possible.

## Discussion

The total area of Salix in Sweden on 1 July 1994 was about 11 000 hectares including the amount planted during the current year. The increasing area of Salix plantations results in demands for rational systems of harvesting and handling are becoming stronger.

On many farms the harvesting system for Salix will imply new requirements on organization and capacity as regards transportation and transport roads. The planning of this must be included from the start, i.e., already before planting. The work studies that have been conducted and the calculations that can be made by means of the analytical programme clearly show that logistics, organization of harvesting, and transportation are of exceptional importance for the economic result. In some cases, this will result in the requirement to prepare places for a number of bins as well as space and turning areas for the trucks that will unload empty and load full bins. Roads providing access to these landings may also require improvements since conditions may often be difficult. This applies both to direct harvesting in the winter as well as to separate chipping during the summer or autumn.

By means of the analytical programme presented here, it will be possible to prepare calculations for different combinations of harvesters, transportation vehicles, etc., in order to compare different systems under different conditions.

Following utilization of the analytical programme for the present report, it has been used to analyse the relatively comprehensive material on performance studies that is already available concerning the harvesting of Salix. Different calculation examples, such as those given in Annex 1, have been developed in order to illustrate different conditions and different utilization of resources.

*It is important to emphasize that also in the future it is necessary to have good and up-to-date working data for entering into the calculation programme if the results presented by means of the computer are to be reliable.*

The intention is that the analytical programme should be an effective and easily-used implement for those who wish to have more detailed knowledge of conditions in individual cases for an economically profitable Salix plantation. Thus, it should be regarded as a tool both for Salix advisers as well as for growers and entrepreneurs.

The programme has not yet been given its final design. The intention is that there should be continued development and continuous maintenance. Using new relevant data on harvester performance and different handling methods, it will be possible to make better calculations and predictions. The supplementation of the analytical programme that will be done next will concern harvesting of whole shoots.

Examples are given below of what the analytical programme can assist with. It allows us to:

- Obtain advance assessments of the need of resources for harvesting in different places. It is possible to calculate and describe the transports and roads required, whether it is profitable to build roads and prepare storage landings, etc.
- To make comparisons between different harvesting systems.
- To see the conditions required by large harvesters in comparison with small harvesters.
- To make calculations for large areas to be harvested in comparison with small areas.
- To make an assessment for each individual stand as regards the most suitable harvesting system.
- To make a calculation of costs in order to use the harvester that is closest to the plantation.
- To see the importance for the economy of the transportation distance for chips.

The programme also provides assistance on the following aspects:

- It is possible to see how different harvesting capacities require different types of transportation with, in some cases, large capacity and precision in order to avoid stoppages in the harvesting work. It is also possible to see that demands on the organization of looking after and transporting the material will increase in pace with the capacity of the harvester.
- To discuss requirements on reception capacities at the heating plant.
- To assess costs for storage before delivery.
- To prepare tenders for different harvesting situations.
- To assess whether submitted tenders are reasonable.
- To discuss advantages and weaknesses in general in the system together with those in different machines.

On the basis of tables and diagrams that have been prepared, a few comments are made on the different harvesting systems.

### **Austoft 7700**

At a yield per hectare of 60 tonnes/hectare fresh weight (ca. 30 odt/hectare) and with 90 harvesting days available per year, 100 metres of field transportation of chips, and 30 km to the heating plant, the harvesting cost, including all transportation, will be about 103 SEK/tonne fresh weight, which responds to 49 SEK/MWh.

In order to deal with the harvest in the field, it is necessary to have at least two agricultural tractors with trailers that follow the harvester. The loads are dumped on the ground. Loading is done later into a chips truck using a crane (Figure 4). Transportation using a chips truck is more than 10 SEK/tonne more expensive than using a bin system.

However, since the chips are stored on the ground, it is possible to avoid having an intensive system requiring well-planned harvesting and transportation systems that operate non-stop. Using this system, the storage can be done over several weeks and deliveries can be adapted both to transportation capacity and the reception conditions at the heating plant.

### **Bender 85 kW**

At a yield of 40 tonnes/hectare fresh weight (ca. 20 odt/hectare) and with 90 harvesting days available per year, 100 metres of field transportation of chips, and 30 km to the heating plant, the harvesting cost, including all transportation, will be about 96 SEK/tonne fresh weight, which responds to 46 SEK/MWh.

At present, the capacity of the machine is restricted to stands containing a maximum of 50 tonnes/hectare fresh weight. Chips are collected in a high-level tipping trailer behind the harvester. This trailer can be unloaded directly into a large bin.

Owing to the relatively low harvesting capacity, it is possible to avoid having an excessively intensive system. A truck with 6 bins is calculated to be able to keep pace with the harvester when transportation distances are short.

### **Bender 140 kW**

The Bender 140 kW presented as a future alternative is assessed using the same conditions as the other machines, Austoft 7700 and Claas Jaguar, to be able to harvest 23 tonnes/hour fresh weight at a cost of about 77 SEK/tonne fresh weight, corresponding to 37 SEK/MWh.

### **Claas Jaguar 695**

Three different approaches have been studied for the Claas Jaguar:

1. Harvester with a trailedd high-level tipping wagon that is unloaded directly into the large bin at a distance of 100 m from the plantation. At a yield of 60 tonnes/hectare fresh weight (about 30 odt/hectare) and with 90 harvesting days available per year, 100 m of field transportation of chips, and 30 km to the heating plant, the harvesting cost, including all transportation, will be about 67 SEK/tonne fresh weight, which responds to 32 SEK/MWh.
2. Harvester with a trailedd high-level tipping wagon that is unloaded close to the plantation directly into the large bin which is then moved 100 m with a tractor. With the same conditions as above, the cost will be about 77 SEK/tonne fresh weight or 37 SEK/MWh.

3. Harvester that fills chips directly into a large bin that is driven alongside the harvester. This requires two vehicles. Here, the corresponding costs will be about 79 SEK/tonne fresh weight or 38 SEK/MWh.

This relatively large harvesting capacity may lead to requirements for space sufficient for handling 9-12 bins with two or three trucks for road transportation. This will be an extremely intensive system where stoppages that result in extra costs may easily occur. If the transportation does not work properly, it may be necessary to store chips on the ground, which gives an extra cost for loading/transportation of more than 10 SEK/tonne fresh weight (4.60 SEK/MWh). If stoppages occur in the harvesting, it is necessary rapidly to redirect the trucks to other work. Use of a further three bins to reduce the effects of stoppages in the harvest or transportation would lead to an extra expense of 105 SEK/day and 350 SEK/place.

All large bin systems may be regarded as more or less intensive. In these systems it is necessary to supply the harvesters with empty bins as well as the bins that have been filled by the harvesters are collected so that there are no waiting times. In situations of stoppages in one part of the system, the entire organization will soon be at a standstill.

*It is important to emphasize that the presented calculations do not comprise "standards" for the different harvesting systems but should be regarded as examples of results that can be obtained when the work is organized in a certain way under certain given conditions. Additionally, the data on harvesting costs, etc. given in the examples are only the net costs. To these costs must be added the contractor's gross margin required for credit costs and as a compensation for risks taken, etc.*

### Mechanical development in harvesters

The development during recent years as regards harvesters for Salix has been intensive in different ways. Firstly, it has been necessary to obtain machinery that can cope with the harvesting process without too many stoppages. It has also been important that the stools and stumps remaining after harvest must not only have as few injuries as possible but also that they are not unnecessarily high since this leads to harvest losses. Wheel equipment and soil damage have also been studied to a certain extent.

In the continued work, it is necessary for the large machines not only to maintain high production but also that the entire harvesting process functions with as few stoppages as possible. In this process, logistics is a very important part, which is clearly demonstrated by the introductory studies that have been completed.

Even the small harvesters, both for direct harvesting and whole-shoot harvesting, are expected to have an important role since, for example, the investment requirement will be less. The slightly lower tempo in the harvesting

work here may also be regarded as a positive factor since it requires transportation systems that are less intensive.

Another important part in this context concerns the working environment. Driving a Salix harvester at 5-7 km/h for long intensive periods may be exceptionally demanding. It is thus considered important to allot considerable resources not only to examine the research requirement but also to correct in the best possible way the deficiencies already identified.

The need for development work as regards whole-shoot harvesting must also be emphasized. This not only concerns technical improvements to the harvesting system, machines and transportation vehicles, but also handling and storage of the harvested material. The factor that foremost makes whole-shoot harvesting more expensive than direct harvesting is the storage and subsequent chipping. Logistics will be an important part in the cost picture also in this respect.

In a short summary of the philosophy concerning technical development for harvesting, it must be emphasized that continued intensive developmental work must be expected for several years in order to, as soon as possible, and preferably in an approach that is as wide as possible, achieve effective harvesting systems for both direct harvesting and whole-shoot harvesting since this is of decisive importance for the entire economy of Salix production.

## Bakgrund

Arbetet med att ta fram en fungerande maskinteknik för skörd av Salix inleddes under första delen av 1980-talet. Det har dock dröjt till flera år in på 1990-talet innan man kunnat se maskiner som kontinuerligt och utan alltför många avbrott kunnat klara skördeprocessen.

Vid sidan av detta utvecklingsarbete har det också vuxit fram krav på utveckling av en effektiv logistik, dvs rationella system för hantering och transporter liksom lagring och omlastningar av den skördade biomassan, både på fältet och under vidaretransporten till förbränningsanläggningar.

Under åren från vintern 1991/92 har Jordbrukskunskapsinstitutet och SkogForsk i samarbete genomfört bl.a. arbetsstudier och kostnadsanalyser rörande både direktskörd (inkl. flisning) och skörd av helskott av Salix. Arbetet har också omfattat studier av den fortsatta hanteringen med flisning av helskott, lastning, transport och lossning vid bränsleterminaler.

Begreppet "direktskörd" som används i rapporten innebär att salixskotten skördas och flisas direkt i en och samma operation. Vid "helskottsskörd" samlas skotten på skördemaskinen som löst ris eller som buntar. Skotten transporteras till fältets kant eller annat upplag där det vanligen lämnas att torka för längre

(10-12 månader) eller kortare tid. Logistikstudierna omfattar här hela skördeprocessen vid direktskörd samt den fortsatta hanteringen med ev. lagring av flis och transport fram till förbrukare.

Som inledning till en uppbyggnad av effektiva system för skörd och hantering har Jordbruks-tekniska institutet och SkogForsk vintern 1993/94 bl.a. samlat ytterligare arbetsstudiedata att tillsammans med tidigare insamlade data utnyttjas i ett nytt analysprogram rörande logistiken vid skörd och hantering av Salix. Dessa nya data utnyttjas också för sammanställning av kalkyler för några hanterings- och transportsystem från skörd till leverans vid central värmeanläggning.

För inledande utveckling och användning av detta analysprogram har SkogForsk svarat. Inriktningen har varit att i ett första steg arbeta med direktskördat material med sikte på att i en kommande etapp inkludera även all hantering vid helskottsskörd.

## Syfte

Syftet med den genomförda studien har varit att beskriva hur logistiken vid direktskörd av Salix kan utvecklas från nuvarande förhållanden. Avsikten är att det med hjälp av det framtagna analysprogrammet skall vara möjligt att sammanställa kalkyler för både nuvarande och framtida hanterings- och transportsystem från skörd till leverans vid central värmeanläggning.

## Uppläggning och redovisning av studien

Arbetsstudierna i fält över skördemaskiner, flisning och transporter inleddes i mitten av januari 1994. Då arbetet hittills begränsats till logistik vid direktskörd av Salix har studierna endast omfattat skördemaskinerna **Austoft 7700** (tre lokaler), **Bender 85 kW** (fem lokaler) och **Claas Jaguar 695** (fem lokaler). Vissa av studierna har denna vinter kunnat utföras vid snödjup 30-40 cm.

Parallelt med fältstudierna har arbete pågått med utveckling av systemanalysprogrammet för kalkylering av transporter och övrig hantering av skördat och sönderdelat salixbränsle. Då den första etappen av denna utveckling genomförts testades programmet med utgångspunkt från de data som samlats in under vintern. Avsikten är att det framtagna analysprogrammet skall kompletteras i takt med att nya erfarenheter kommer fram. Avsikten är också att analysprogrammet skall finnas tillgängligt för salixrådgivare och andra som arbetar inom området. Föreliggande rapport är sålunda en första beskrivning och redovisning av arbetet med detta analysprogram.

Under arbetsstudierna i fält har skördemaskinerna vid varje tillfälle följts under flera timmar för observationer av bl.a. körrutiner och funktion i stort. Vid de direkta kapacitetsmätningarna som omfattar kortare tider har en representativ

del av odlingen valts ut. Vid dessa mätningar har körsträckorna mätts upp i samband med tidtagning. Avbrott i körningen har noterats. Insamlade data ligger till grund för beräkningar av körhastigheterna vid skörd. Arbetsstudier har också genomförts i samband med hantering av det skördade och sönderdelade materialet dels ute på fältet, dels i samband med transport till och hantering vid terminal.

Skördekapaciteterna baseras dels på uppmätta körhastigheter, dels på en bestämning genom vägning av skörden i ton/ha råvikt i det aktuella beståndet. För att möjliggöra en allmän bedömning av uppnådda prestanda har också varje bestånd beskrivits med uppgifter om stamdiometrar, antal stammar per stol och beståndshöjder. I redovisade sammanställningar anges om bestånden vid arbetsstudierna bedömts vara lätt att skördta eller ej.

*Körhastigheterna har bestämts genom tidtagning och uppmätning av aktuella körsträckor. Beräkningar har gjorts av kapaciteten, "hastigheten i raden utan avbrott". Erfarenhetsmässigt kan endast ca 70 % av denna kapacitet utnyttjas då det krävs tid för vändningar och kortare avbrott. Man multiplicerar därför det värde man uppmätt med 0,7. Med denna faktor 0,7 får man erfarenhetsmässigt ett acceptabelt värde på maskinens prestanda, ha/h, under den effektiva tiden av arbetet i energiskogen. Med en så stor faktor som 0,7 ges emellertid endast utrymme för vändningar vid radens slut och något enstaka kort avbrott per timme.*

*Då detta beräkningssätt använts anges det genom att faktorn (0,7) skrivs inom parentes efter uppgiften om skördekapaciteter ha/h och ton/h. Det framtagna värdet motsvarar då en form av "bruttokapacitet". För beräkning av kapaciteten ton/h råvikt har det skördade materialet från de uppmätta körsträckorna vägts på fordonsvågar. Som komplement till detta har vattenhaltsprover tagits ut.*

*Vid bedömningar av skördekapaciteter under ett arbetspass om tolv timmar (skördemaskinen) har ovan beräknade skördekapaciteter ha/h och ton/h multiplicerats med ytterligare en faktor 0,75 - 0,85 för att kompensera för tid för bl.a. mindre reparationer, tillsyn och tankning av maskinerna. Detta ger då ett värde på "den praktiska avverkningsförmågan" (teknisk utnyttjande-grad).*

## Beskrivning av tider och deras benämning

Samtliga skördare körs med 12 timmars överlappsskift, vilket innebär att två man delar på 12 maskintimmar. Varje man har 3 + 3 maskintimmar + 2 timmar för service, reparationer, rekognosering av bestånd, vägar etc.

Grundtid: Den tid som åtgår för arbetsuppgiftens lösande jämte smärre uppehåll vars längd inte överskrider en viss längd per tillfälle. Grundtiden kommer härigenom att motsvara arbetsstidsnomenklaturens "verktid" plus spiltider av viss maximilängd per tillfälle. En G15-timme innehåller alltså verktid plus smärre uppehåll vars längd inte överskrider 15 minuter per tillfälle.

Tid	Förare 1	Förare 2	Tid	Skördemaskin
06.00	Kör skördaren	Ledig	100 %	Schematid minus avbrott, service och reparation
09.00	2 timmar övrigt arbete 1 timme rast	Kör skördaren	85 %	Teknisk utnyttjandegrad = G15 tid (effektiv tid) minus korta avbrott som förarbyte, telefonsamtal, personliga pauser m.m.
12.00	Kör skördaren	2 timmar övrigt arbete 1 timme rast	60 % (0.7 x 85 %)	70 % av den tekniska utnyttjandegraden kan användas för skörd. Resterande tid åtgår för vändningar och korta avbrott
15.00	Ledig	Kör skördaren		
18.00	----- Slut arbetspass -----			

Bild 6. Fördelning av arbetstid under ett arbetspass.

## Systemanalysprogram för hantering och transport vid direktskörd av Salix

För att genomföra logistikanalyser och utifrån dessa ta fram kalkyler för energiskogsodling och skörd behövs ett omfattande systemanalysprogram.

Med det program som tagits fram kan kostnader jämföras i olika system från direktskörd till leverans av Salix. Alla aktuella arbetsoperationer kan ingå i kalkylen. Programmet ger möjligheter att variera exempelvis beståndstyper, odlad areal, skördetekniker, transportfordon, transportavstånd, vägbyggnader, lastnings- och lossningsutrustning samt lagringskostnader. Varje enskild situation kan sålunda lätt studeras med hjälp av kalkylprogrammet under förutsättning att man har tillgång till bakgrundssdata. Man kan också med

programmet göra sortomvandlingar så att resultaten kan presenteras som kr/m<sup>3</sup>, kr/ton råvikt, kr/ton ts eller kr/MWh. Programmet ger dessutom tydliga, väl identifierade utskrifter över de kostnader och intäkter som uppstår.

*Det är viktigt att understryka att framtagna kalkyler inte utgör "normer" för respektive skördesystem utan endast exempel på de resultat som kan uppnås då arbetet organiseras på ett visst sätt med vissa givna förutsättningar. Vidare gäller att de uppgifter om skördekostnader m.m. som anges omfattar nettokostnader. Till dessa skall läggas det täckningsbidrag som en entreprenör måste ha för bland annat kreditkostnader och som ersättning för ett risktagande.*

Följande generella krav har stälts vid framtagning av systemanalysprogrammet:

- Programmet skall kunna användas för kostnadsberäkningar av hela maskinsystem.
- Antalet delprogram som skall användas skall kunna väljas fritt. Man skall sålunda t.ex. kunna använda enbart beräkningsprogrammet för skördekostnader om så önskas.
- I det aktuella programmet skall flera olika maskiner/fordon kunna kombineras.
- Maskinvalet skall kunna varieras i känslighetsanalyser, så att då t.ex. en maskin i systemet byts ut medför det en ändring av resultatet.
- Programmet skall vara utbyggbart för andra delprogram, t.ex. manuellt arbete och landsvägstransporter med traktor.
- Eventuella kostnader för vägar, avlägg och terminaler skall kunna integreras i kalkylen.
- Som bas i beräkningarna skall användas arbetsdata framtagna vid studier i samband med kommersiell skörd och vidarehantering av flis och helskott.
- Resultatutskrifterna skall i sammandrag visa vilka ingångsdata som används.
- Resultaten skall kunna presenteras i olika mättenheter t.ex. ton råvikt, ton torrsubstans eller MWh.
- Programmet skall kunna användas av alla som har datorvana. Stor "användarvänlighet" har eftersträvats.
- Programmet har gjorts i Excel 5,0.
- För att använda systemet krävs en IBM-kompatibel PC med MS-Windows och Excel version 5,0 eller senare. Processorn bör vara minst Intel 80486, minst 8 Mbyte Ram.

Förutsättningarna för skörd påverkas av följande faktorer:

- Areal och arrondering<sup>1)</sup>
- Beståndsålder
- Skottens medeldiameter
- Skottens medelhöjd
- Ton råvikt per ha
- Variationer i avkastning
- Markförhållanden
- Snöförhållanden

<sup>1)</sup> arrondering: fältens form, storlek och läge i förhållande till varandra och till byggnader.

## Basdata använda i analysprogrammet

För att få jämförbara kalkyler - beräkningar för de olika skördesystemen har vissa viktiga basdata stälts samman för de direktflisande maskinerna

"Fasta basdata" använda i beräkningarna utgör t.ex. arbetstid, beståndsstorlek, bränslepris, containerhyror, flyttningskostnader, lastningskostnader, maskinkostnader, service och reparationer, transportavstånd, vägbyggen, antal skördedagar per år m.m.

Beståndsstorlek: 10 ha per lokal

Skörd: 40, 60, 80 ton/ha råvikt

(60 ton/ha råvikt utgör basvärde vid de redovisade beräkningarna)

Omräkningsfaktorer:

(Genomsnittsvärden för Salix)

Akhalt: 1,5 %

Fukthalt: 53 %

Torr-rådensitet: 333 kg/m<sup>3</sup> fpb

Antal skördedagar

per år: 80 90 100

(90 dagar utgör basvärde vid de redovisade beräkningarna)

Arbetstid:

Lönekostnader: 135 kr/h

(överlappsskift 12 h/dag)

Resekostnader: 25 kr/mil

(Inkl. sociala avgifter)

Personalresor: 4 mil/pers. och dag

Effektiv tid tim/år vid 12 h/dag:

Austoft 7700: 816 918 1020

(90 x 12 x 0,85)

Bender 85 kW: 720 810 900

(90 x 12 x 0,75)

Claas Jaguar: 768 864 960

(90 x 12 x 0,80) (Vid endast salixskörd)

Maskinpriser:		(Enligt tillverkare)
Austoft 7700:	2,0 milj. kr	
Bender 85 kW:	0,4 milj. kr	(Exkl. traktor)
Claas Jaguar:	2,1 milj. kr	
Tekniskt utnyttjande:		(Effektiv tid, uppnås endast vid god arrondering)
Austoft 7700:	85 %	
Bender 85 kW:	75 %	
Claas Jaguar:	80 %	
Ekonomisk livslängd:	6 år	
Restvärde:		(Procent av investeringen)
Austoft 7700:	5 %	
Bender 85 kW:	5 %	
Claas Jaguar:	10 %	
Bogserade vagnar:	10 %	
Bränsleförbrukning:		
Austoft 7700:	30 lit/h	
Bender 85 kW:	20 lit/h	
Claas Jaguar:	40 lit/h	
Dieselolja:	4,50 kr/lit	
Smörjolja:	17 kr/lit	
Vegetabilisk hydraulolja:	20 kr/lit	

Service och reparationer:	
Austoft 7700:	75 000 kr/år
Bender 85 kW:	75 000 kr/år
Claas Jaguar:	100 000 kr/år

Försäkring: 0,15 % av maskinkostnaden

Traktorer, vagnar och containers:

- Traktor 85 kW till Bender: 110 kr/h (utan förare och bränsle)
- Traktor 140 kW till Bender: 178 kr/h (utan förare och bränsle)
- Högtippande vagn till Bender: 30 kr/h
- Högtippande vagn till Claas Jaguar: 45 kr/h
- Containervagn + traktor 120 kW: 50 kr + 260 kr/h (inkl. förare och bränsle)
- Lantbruksvagn + traktor 60 kW: 40 kr + 225 kr/h (inkl. förare och bränsle)
- Containerhyra: 35 kr/st/dag

#### Transporter:

Avstånd från beståndskant till väg: 0, 100, 500 meter  
 Transportavstånd till värmeverk: 30 km  
 Maskintransport: 10 km mellan odlingarna  
 Fasta flyttningeskostnader:  $0,8 \times \text{timkostnaden} - \text{driftskostnaden}$   
 Rörlig flyttningeskostnad per km:  $\text{timkostnad}/15 \text{ km/h}$   
 Flyttningeskostnad för containers: 350 kr/3 containers per lokal

#### Tillbehör och utrustning:

Trailer till Austoft 7700: 50 000 kr/6 år, restvärde 80 %  
 Servicevagn: 150 000 kr/18 år, restvärde 10 %  
 Driftkostnad för d:o:  $4,50 \times 24 \times 150 \text{ kr/år}$   
 Kommunikationsradio: 6 000 kr/6 år + 5 månader x 100 kr/år  
 Telefon: 7 500 kr/6 år + 5 månader x 500 kr/år

#### Beräkning av vägkostnader:

I analysprogrammet finns ett kalkylprogram för beräkning av kostnader för en eller flera vägar där olika åtgärder såsom nybyggnad, upprustning samt service (ex snöröjning) och underhåll (ex lagning) krävs.

Användaren av kalkylprogrammet kommer sannolikt inte att vara vägexpert varför det behövs hjälpfunktioner för skattning av kostnader för olika åtgärder. Hjälpfunktionerna kan lätt anpassas till olika företag och de är lätt att ändra.

Nybyggnad av väg: Kostnaderna varierar med avseende på terrängtyp, bärighet och geometri. Hjälptabeller finns för beräkning av kostnader vid nybyggnad. Geometri och bärighet har delats in i klasserna 1A - 4D. I kalkylprogrammet kan terrängförhållandena delas in i klasser (lätt/medel/svår) som ger en faktor som multipliceras med det s.k. grundvärdet (tabell 16).

Tabell 16 är mycket generell och skall anpassas till respektive region. Klass 1A motsvarar den svåraste geometrin (topografin) och sämsta bärigheten där väg kan byggas.

Servicekostnad: Kostnader för service och underhåll hämtas också från en hjälptabell. Service och underhåll har inte någon terrängfaktor.

Upprustning: Ett alternativ är att ange vad olika åtgärder såsom exempelvis hyvling och grusning kostar.

Kostnaderna för varje åtgärd skall kunna anges som:

- en kostnad kr/m; t ex nybyggnad i klass 3C i lätt terräng; t.ex. 80 kr/m
- en kostnad för service och underhåll i klass C; t.ex. 2 kr/m och år
- kostnad för en åtgärd; t.ex. vändplan 4 000 kr, väganslutning eller avlägg

Totala vägkostnaden skall redovisas i kr/år för att sedan utnyttjas i systemanalysen.

## Resultat från fältstudier över skördemaskiner åren 1992-1994

Nedan finns sammanställningar med grunddata från samtliga arbetsstudier över de direktkördande maskinerna (tabell 1-3). För att få ett underlag att utnyttjas i analysprogrammet har med utgångspunkt från dessa grunddata **bedömningar** gjorts av maskinernas skördekapaciteter under olika förhållanden (tabell 4-8).

### Austoft 7700

För en utförlig maskinbeskrivning, bestårdsbeskrivningar m.m. hänvisas till JTI-rapport 150 och 181 samt till tabell i bilaga 2.

Tabell 1.

Austoft 7700							
Lokal	Datum	1) Bestånd råton/ha	2) Stubbsnitt Ø mm	3) Körhast. km/h	4) Avverkn. ha/h	4) Avverkn. råton/h	Övrigt
Site	Date	Stand fresh wood tonnes/ha	Stump Ø mm	Speed km/h	Harvest ha/h	Harvest fresh wood tonnes/h	Comments
Boo Gård	92-02-11	40	34,2	3,4	0,48	19	5)
Rundelen	92-02-19	74	40,3	2,0	0,28	21	7)
Duveke	92-03-23	65	-	5,1	0,71	46	5)
Önnestad	92-03-25	43	-	3,1	0,43	19	6)
Duveke	93-01-27	ca 45	≤ 75	4,4	0,62	ca 28	5)
Askeby	93-02-12	ca 45	≤ 45	3,6	0,50	ca 23	5)
Knutby	93-02-24	-	≤ 40	1-3	-	-	7)
Fiskinge I	94-01-31	42	25,4	3,3	0,46	19	6) 8)
Fiskinge II	94-01-31	41	24,0	4,5	0,63	26	5) 8)
Östa	94-02-16	37	16,1	4,1	0,57	21	6) 8)

- 1) Vanligen bestämd genom vägning
- 2) Medeltal alt. max.mått
- 3) Körhastighet i raden utan avbrott
- 4) Beräknad avverkning inkl. kortare avbrott (0,7)

- 5) Lätt att skördar
- 6) Medelsvårt att skördar
- 7) Svårt att skördar
- 8) Ca 15 cm torr snö (-10°C)

Comments on next page.

**Bender 85 kW**

Skördaren kördes första gången under vintern 1993/94. För en maskinbeskrivning, se tabell i bilaga 2.

Tabell 2.

Bender 85 kW							
Lokal	Datum	1) Bestånd råton/ha	2) Stubb- snitt Ø mm	3) Körhast. km/h	4) Avverkn. ha/h	4) Avverkn. råton/h	Övrigt
Site	Date	Stand fresh wood tonnes/ha	Stump Ø mm	Speed km/h	Harvest ha/h	Harvest fresh wood tonnes/h	Comments
Östa	94-02-16	37	16,1	2,8	0,35	13	6) 8)
Staf	94-02-23	27	19,6	3,0	0,38	11	5) 10)
Thun	94-03-09	29	16,0	3,1	0,39	11	6) 9)
Tiby I	94-03-22	47	19,4	1,7	0,22	10	7)
Tiby II	94-03-23	37	13,8	2,0	0,25	9	7)

- 1) Vanligen bestämd genom vägning  
 2) Medeltal alt. max.mått  
 3) Körhastighet i raden utan avbrott  
 4) Beräknad avverkning inkl. kortare avbrott (0,7)  
 Skördekapaciteten är här reducerad med ytterligare 9 % vilket motsvarar tiden för tömning av högtippande vagn  
 5) Lätt att skördta  
 6) Medelsvårt att skördta  
 7) Svårt att skördta  
 8) 15 cm torr snö (-10°C)  
 9) 20-40 cm grovkornig, blöt snö (+1°C)  
 10) 45-55 cm grovkornig, lös, torr snö  
 (-10°C)

- 1) Normally determined by weighing  
 2) Mean number, alternatively maximum stump diameter  
 3) Driving speed in the row without stopping  
 4) Calculated capacity, including short stoppages (0.7).  
 Here the harvesting capacity has been reduced by an additional 9 % which corresponds to the time for emptying a high-level tipping wagon (Table 2 and 3).  
 5) Easy to harvest  
 6) Moderately difficult to harvest  
 7) Difficult to harvest  
 8) 15 cm dry snow (-10°C)  
 9) 20-40 cm wet snow (+1°C)  
 10) 45-55 cm loose dry snow (-10°C)  
 11) Accompanying tractor with a large bin. With a load of about 10 tonnes.

**Claas Jaguar 695**

För en utförlig maskinbeskrivning, beståndsbeskrivningar m.m. hänvisas till JTI-rapport 150 och 181 samt till tabell i bilaga 2.

Tabell 3.

Claas Jaguar 695							
Lokal	Datum	1) Bestånd räton/ha	2) Stubb- snitt Ø mm	3) Körhast. km/h	Avverkn. ha/h	Avverkn. räton/h	Övrigt
Site	Date	Stand fresh wood tonnes/ha	Stump Ø mm	Speed km/h	Harvest ha/h	Harvest fresh wood tonnes/h	Comments
Säby	92-02-06	53	37	3,3	0,41	22	4) 6)
Rundelen	92-02-20	54	41,2	3,3	0,41	22	4) 5)
Hedemora	92-03-06	45	29,7	3,3	0,41	18	4) 5)
Önnestad	92-02-25	43	-	2,2	0,27	12	4) 6)
Övergran	93-02-17	ca 40	15,7	4,6	0,64	26	5) 11)
Gärsta gård	94-01-18	35	18,5	6,7	0,83	29	4) 5)
Gärsta gård	94-01-18	35	18,5	6,4	0,90	31	5) 11)
Eketorp I	94-01-26	53	32,9	5,7	0,70	37	4) 5)
Eketorp II	94-01-26	21	17,3	9,1	1,12	24	4) 5)
Östa	94-02-16	37	16,1	6,0	0,74	27	4) 6)
Brunnby	94-03-15	-	21,7	4,7	0,58	-	4) 5)

1) Vanligen bestämd genom vägning

5) Lätt att skördta

2) Medeltal

6) Medelsvårt att skördta

3) Körhastighet i raden utan avbrott

11) Bredvidgående

4) Beräknad avverkning inkl. kortare avbrott (0,7)  
 Skördekapaciteten är här reducerad med ytterligare 12 %, vilket motsvarar tiden för tömning av högtippande vagn

containervagn,  
ca 10 ton last.

Comments on the previous page.

## Bedömning av skördekapaciteter i olika bestånd av Salix

Nedanstående bedömningar är baserade på ett stort antal fältstudier (tabell 1-3) utförda under olika förhållanden. Då det gäller bestånd med 80 ton/ha råvikt har detta ej förekommit vid studierna. Bedömningen av skördekapaciteter vid 80 ton/ha råvikt är gjord för att tillmötesgå ett särskilt framfört önskemål från vår uppdragsgivare. Vid beräkning av skördekapaciteten ton/12h råvikt multipliceras avverkningen per timme för de olika skördarna med en av följande faktorer för att få ett mått på den praktiska avverkningsförmågan, Austoft 7700 0,85; Bender 85 kW 0,75 och Claas Jaguar 0,80. Detta är gjort för att kompensera för bl.a. ställtider och kortare avbrott. Vid användning av bogserad högtippande vagn har kapaciteterna reducerats ytterligare som kompen-sation för tiden som krävs för tömning. (Bender 85 kW 9 % och Claas Jaguar 12 %) I svårskördade bestånd tenderar skördekapaciteterna att minska något. Vid snödjup 30-40 cm, speciellt i kombination med ogräs, bromsas sågklingorna på Austoft 7700 och Claas Jaguar. Bender 85 kW som är utrustad med sågkedja syns vara mindre begränsad vid dessa snödjup. Även framkomligheten försvåras vid större snödjup. Den midjestyrda traktor som användes till Bender 85 kW skördeaggregat har en fördel i djup snö genom att traktorhjulen spårar även vid svängar. Data nedan (tabell 4-8) gäller vid skörd utan snö.

Tabell 4. Skördekapaciteter - *harvesting capacities.*

**Austoft 7700** med bredvidgående uppsamlingsfordon, 10-12 m<sup>3</sup>, 3,3-4,0 ton last.  
*with an accompanying vehicle, 10-12 m<sup>3</sup>, 3.3-4.0 tonnes.*

Bestånd råton/ha	Körhastighet km/h	Avverkning ha/h (0,7)	Avverkning råton/h (0,7)	Råton/12 h (0,85)
Stand fresh wood tonnes/ha	Speed km/h	Harvest fresh wood ha/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/12h (0.85)
30	5,0	0,7	21	215
40	4,5	0,6	25	255
50	3,5	0,5	25	255
60	3,0	0,4	25	255
80	2,2	0,3	25	255

Vid skörd med Austoft 7700 har hittills alltid använts bredvidgående fordon, traktor med lantbruksvagn, för uppsamling av skördat material. Sedan maskinen försetts med cirkelsågar för avskärning av stammarna har skördaren vid arbetsstudier körts i bestånd med upp till drygt 40 ton/ha råvikt. Skördekapaciteten har då varit omkring 25 ton/h råvikt i bestånd som varit lättkördade. "Brutto-kapaciteten" har därför bedömts vara omkring 25 ton/h råvikt. Då motorstyrkan är jämförelsevis begränsad måste i tätare bestånd körhastigheten minskas för att man skall klara sönderdelningen. Trots ett tätare bestånd får man sålunda inte

någon påtaglig ökning av bruttokapaciteten. En längre driven sönderdelning än hittills kommer att kräva mer effekt och därmed föra en minskning av bruttokapaciteten.

Vid beräkning av skördekapaciteten ton/12h råvikt används faktorn 0,85. Valet av den jämförelsevis stora faktorn grundas på erfarenheten att skördaren är mycket robust och oftast kan köras utan avbrott vilket gör att driftssäkerheten bedöms vara stor.

Tabell 5. Skördekapaciteter - *harvesting capacities.*

**Bender 85 kW** med bogserad högtippande vagn, 9 m<sup>3</sup>, 3,0 ton.  
*with a trailedd high-level tipping trailer, 9 m<sup>3</sup>, 3.0 tonnes.*

Bestånd råton/ha	Körhastighet km/h	Avverkning ha/h (0,7)	Avverkning råton/h (0,7)	Råton/12 h (0,75)
Stand fresh wood tonnes/ha	Speed km/h	Harvest fresh wood ha/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/12h (0.75)
30	3,0	0,4	12	110
40	2,5	0,3	13	115
50	1,5	0,2	10	90
60		Klaras ej med nuvarande maskin (större hugg och motorstyrka fordras)		

Vid skörd med Bender 85 kW har endast den högtippande bogserade vagnen använts. Den största bruttokapaciteten, 13 ton/h råvikt, har uppmätts i ett bestånd som innehållit 37 ton/ha råvikt. Körhastigheten var då 2,8 km/h (tabell 2). Tätare och mer svårskördade bestånd har krävt en lägre körhastighet vilket medfört en mindre bruttokapacitet. Ett bestånd som innehöll 47 ton/ha råvikt klarades med stor svårighet. Bestånd med mer än 50 ton/ha råvikt kan inte skördas med denna maskin. Det krävs antingen en större fliashugg och ökad motorstyrka eller en bättre anpassning av körhastighet och inmatning för att klara detta.

Vid beräkning av skördekapaciteten ton/12h råvikt används faktorn 0,75. Valet av denna faktor grundas på att skördaren är ny och att den körts endast en säsong. Driftssäkerheten har hittills inte varit så god som önskvärt.

Tabell 6. Skördekapaciteter - *harvesting capacities.*

**Bender 140 kW** med bogserad högtippande vagn, 9 m<sup>3</sup>, 3,0 ton.  
*with a trailed high-level tipping trailer, 9.0 m<sup>3</sup>, 3.0 tonnes.*

Uppgifterna i nedanstående tabell **baseras på en bedömning av en framtida möjlig prestation** då Bender skördeaggregat dels försetts med en större flishugg, dels monterats på en 140 kW traktor.

*The table below is based on an assessment of the future performance of the Bender harvester when fitted with a chipper with higher capacity mounted on to a 140 kW tractor.*

Bestånd råton/ha	Körhastighet km/h	Avverkning ha/h (0,7)	Avverkning råton/h (0,7)	Råton/12 h (0,75)
Stand fresh wood tonnes/ha	Speed km/h	Harvest fresh wood ha/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/12h (0.75)
30	4,5	0,6	17	155
40	4,0	0,5	20	180
50	3,5	0,5	22	200
60	3,0	0,4	23	205
80	2,2	0,3	22	200

Vid skörd med Bender 140 kW har förutsatts att den högtippande bogserade vagnen använts. Den största bruttokapaciteten, drygt 20 ton/h råvikt, har bedömts vara möjlig att uppnå i bestånd som innehåller 50-80 ton/ha råvikt. Körhastigheten kan då inte vara mer än 2,5-3,5 km/h.

Vid beräkning av skördekapaciteten ton/12h råvikt används faktorn 0,75. Valet av denna faktor grundas på att skördaren, som sägs ovan, ännu inte kommit till utförande och att det kommer att krävas flera års erfarenheter för att uppnå en tillfredsställande driftssäkerhet.

Tabell 7. Skördekapaciteter - *harvesting capacities.*

**Claas Jaguar 695** med bredvidgående containervagn, 35-38 m<sup>3</sup>, 11,6-12,6 ton.  
*with an accompanying trailer, 35-38 m<sup>3</sup>, 11.6-12.6 tonnes.*

Bestånd råton/ha	Körhastighet km/h	Avverkning ha/h (0,7)	Avverkning råton/h (0,7)	Råton/12 h (0,85)
Stand fresh wood tonnes/ha	Speed km/h	Harvest fresh wood ha/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/12h (0.85)
30	8,0	1,1	34	320
40	6,0	0,8	34	320
50	5,5	0,8	39	370
60	5,0	0,7	42	405
80	3,8	0,5	43	410

Vid skörd med Claas Jaguar 695 kan antingen bredvidgående vagnar eller en bogserad högtippande vagn användas för uppsamling av flis. I det fall som beskrivs i tabell 7 utnyttjas två containervagnar som omyväxlande samlar och transporterar flis. Under förutsättning att flistransporterna fungerar ger detta system den största avverkningen. Vid små hektarskördar krävs en mycket hög körhastighet för att man skall uppnå en tillräckligt hög avverkning. Hög körhastighet ökar riskerna för både personskador och maskinskador. Den ökar också stressen på föraren genom krav på ökad uppmärksamhet. I tätare bestånd 60-80 ton/ha råvikt måste körhastigheten minskas varför man sannolikt här har uppnått den maximala avverkning som den nuvarande motoreffekten medger. En ökning av motorstyrkan/skördekapaciteten kommer att ytterligare skärpa kraven på organisationen för transport och lagring av flis.

Vid beräkning av skördekapaciteten ton/12h råvikt används faktorn 0,80. Valet av denna faktorn grundas på erfarenheterna från arbetsstudierna.

Tabell 8. Skördekapaciteter - *harvesting capacities.*

**Claas Jaguar 695** med bogserad högtippande vagn, 19 m<sup>3</sup>, 6,3 ton.  
*with a trailed high-level tipping trailer, 19 m<sup>3</sup>, 6.3 tonnes.*

Bestånd räton/ha	Körhastighet km/h	Avverkning ha/h (0,7)	Avverkning räton/h (0,7)	Räton/12 h (0,80)
Stand fresh wood tonnes/ha	Speed km/h	Harvest fresh wood ha/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/h (0.7)	Harvest fresh wood tonnes/12h (0.80)
30	8,0	1,0	30	285
40	6,0	0,7	30	285
50	5,5	0,7	34	325
60	5,0	0,6	37	355
80	3,8	0,5	37	360

I ovanstående tabell beskrivs skördarens avverkningskapacitet vid användning av bogserad högtippande vagn för uppsamling och transport av flis till en container nära odlingen. Då det krävs tid för att köra och tömma flisvagnen blir avverkningen här mindre än i tabell 6. Även i det här fallet har man sannolikt i de tätaste bestånden nått upp till vad skördaren maximalt kan prestera. Användning av den högtippande vagnen ger en mindre kapacitet än om man har bredvidgående uppsamlingsfordon. Kostnaden för dessa gör att det i mindre odlingar kan det vara ekonomiskt rätt att köra med den mindre kapaciteten. I ett sådant system undviker man också den extra jordpackning som containerfordonen ger.

Vid beräkning av skördekapaciteten ton/12h råvikt används liksom ovan faktorn 0,80.

## Kalkylexempel

Kalkylexempel framtagna med analysprogrammet där varje skördare med tillhörande hanteringssystem redovisas med jämförbara förutsättningar, dels nedan dels i bilaga 1.

### Kommentarer till tabeller och diagram (Se följande sidor)

Tabell 9 visar en huvudmeny. Härifrån kan man starta nya beräkningar, t.ex. över skördemaskinen, lastbilar och vägbyggnation.

Tabell 10 visar huvudmenyn i analysprogrammet för Austoft 7700 vid en hektarskörd på 60 ton/ha råvikt på en areal av 10 ha och med 90 dagar per år till förfogande för skörd. Vidare finns här uppgifter om bl.a. fukthalt, askhalt torr-rådensitet, en sammanställning av maskinkostnaderna samt en uppgift om hur lång tid som krävs för skörd av 10 ha.

Tabell 11 visar maskinutnyttjandet per dag och per år. Motsvarande uppgifter finns också för personalen liksom rörande lönekostnaderna för de två förare som ingår i laget. Under rubriken kapital redovisas inköpskostnaden för maskinen, i detta fall 2,0 milj.kr, och kapitalkostnaden. Vidare anges ekonomisk livslängd i år respektive timmar. Driftskostnaderna innefattar service och reparation liksom kostnader för tillbehör, olja och drivmedel. Längst ner summeras driftskostnaderna till 938 528 kr/år. Till detta kommer kostnader för trailertransporter mellan olika ödlingsar.

Tabell 12 innehåller uppgifter om drifts- och kapitalkostnader, livslängder för olika tillbehör, telefon, servicevagn, kommunikationsradio och i detta fall en trailer som skall ingå i organisationen. Längst ner på sidan summeras kostnaderna för personal, kapital och drift till 1 022,36 per timme och till 938 528 kr/år.

I tabell 13 behandlas "sidogående traktor med vagn". Här anges maskinutnyttjandet till 918 h/år och arbetstiden för lagets personal till 1440 h/år. Personal och fordon hyrs in för denna köring och de totala kostnaderna baseras på uppgifter från en aktuell prislista som anger 225 kr/h för traktor med förare och 40 kr/h för en lantbruksvagn.

I tabell 14 a har först "indata" sammanställts rörande det flisfordon med kran och skopa som används för att lasta och transportera flis lagrad på marken. På det följande bladet, tabell 14 b, presenteras kostnaden vid olika transportavstånd och därefter kostnadsfördelningen, tabell 14 c, som avslutas med uppgifter om totalkostnaden i kr/ton vid i detta fall transportsträckorna 20 km, 30 km och 60 km.

Tabell 15 innehåller uppgifter om skördekostnader vid olika antal skördedagar per år. Vidare finns uppgifter om kostnaderna för de två traktorer som fordras för uppsamling av flis. Vid 500 m fälttransporter fordras ytterligare en traktor

med vagn. I den högra kolumnen summeras slutligen skördekostnaden kr/ton råvikt vid olika antal skördedagar och olika långa avstånd för fälttransporter. Vid alternativet "fälttransport 0 meter" räknar man i praktiken med mycket korta transportsträckor (beräkningsteknisk brytpunkt).

Aktuella data har sedan sammansättts i ett stapeldiagram där kostnaderna kan jämföras vid de olika förutsättningar som beskrivits. Under diagrammet finns ytterligare en tabell som anger kostnader kr/ton råvikt vid olika stora hektarskördar.

Tabell 16 visar överst ett exempel över kostnader för byggnad av väg med vändplan och en vägtrumma. Vidare finns hjälptabeller som kan utnyttjas för beräkning av kostnader vid nybyggnation, service och upprustning av vägar.

I bilaga 1 finns ytterligare exempel på kalkyler för de olika skördarna, kalkyler som tagits fram på samma sätt som den ovan presenterade.

*Det är viktigt att ännu en gång understryka att framtagna kalkyler inte utgör "normer" för respektive skördesystem utan endast exempel på de resultat som kan uppnås då arbetet organiseras på ett visst sätt med vissa givna förutsättningar. Vidare gäller att de uppgifter om skördekostnader m.m. som anges omfattar nettokostnader. Till dessa skall läggas det täckningsbidrag som en entreprenör måste ha för exempelvis kreditkostnader och som fordras som kompensation för ett risktagande.*

Tabell 9.

Huvudmeny			
ny beräkning	ny avverkare	ny lagringsplats	bestårndsbeskrivning
ny skotare	ny sönderdelare	ny väg	hämta lastbil
utförda beräkningar:			
CLAAS+TRAKTOR 40 råton/ha			
BENDER 140kW 60 råton/ha			
BENDER 140 kW 40 råton/ha			
CLAAS + TRAKTOR 60 råton/ha			
CLAAS + VAGN 60 råton/ha			
CLAAS + VÄGN 40 råton/ha			
BENDER 85 kW 40 råton/ha			
AUSTOFT 80 råton/ha			
AUSTOFT 40 råton/ha			
AUSTOFT 60 råton/ha 90 dagar/år			

Tabell 10.

Huvudmeny		aktivberäkning		hämta volym
AUSTOFT 60 råton/ha 90 dagar/år				
Välj	bestånd	fukthalt	%	53
måttslag	råton	ta bort	askhalt	1.5
omvandlingstal	10 ha	600	torrädens, kg/m3fpb	333
denna beräkning		angivet	beräknat	
väg	värde	måttslag	värde	måttslag G15-tim totalt
avverkare	Fältväg 500 meter		2135 kr/år	
sönderdelare	AUSTOFT 60 råton/ha 90dag/år	41.68	kr/råton	24
skotare		0	kr/råton	0
avlägg	Sidogående traktor med vagn	10.6	kr/råton	24
transportfordon1	Sidogående traktor med vagn	10.6	kr/råton	24
terminal		0	kr/råton	
transportfordon2	Flistfordon m kran & skopa	37.13	kr/råton	42.55319
avverkare	terängtransport	transportfordon2		
sönderdelare	slutresultat	transportfordon1	100.01	kr/råton

Tabell 11.

1994-11-28 11.04		aktivberäkning	avverkning	sönderdelning	
Maskintyp		<b>AUSTOFT 60 råton/ha 90dag/år</b>			
Maskinutnyttjande	tim/dag	12	G15-tim/dag	10.2	kortmeny
	G15-tim/år	918	Tekniskt utnyttjande %	85	skotning
<b>PERSONAL</b>					
Total arbetstid för lagets personal	dagar/år	90	Lönekostnad kr/tim	135	
	tim/dag	16	kr/år		194400
	tim/år	1440	Total personalkostnad kr/år		194400
Reseersättning	kr/mil	25	kr/G15-tim		211.76
Övrig personal kostn	kr/år				
<b>KAPITAL</b>					
Investering	kr	2000000	Aggregat	Övrigt	Totalt
	år	6   6	0	0	0
Ekonomisk livslängd	G15-tim		0	0	0
		5508	0	0	0
Restvärde	kr		0	0	0
		100000	0	0	0
% av invest.	5   5		0	0	0
Diskonteringsfaktor		0.48	1	1	0
Amorteringsfaktor		0.25	0	0	0
Kapitalkostnad	kr/år		0	0	0
		488291	0	0	488291
kr/G15-tim		532	0	0	532
ränta	%	13			
<b>DRIFT</b>					
Service och reparations kostnader	% av investering		Aggregat		
	kr/år	75000	0	Försäkring kr/år	3000
		75000	0	kr/G15-tim	3.27
	kr/G15-tim	81.7	0	Skatt kr/år	0
Olja och drivmedel		Drivmedel	Hydraulolja	Smörjolja	
Förbrukning	liter/G15tim	30	dl/dag	10	5
Kostnad	kr/liter	4.5			
	kr/år		20	17	
		123930	1800	765	
	kr/G15-tim	135	1.96	0.83	
Tillbehör	kr/år		51342	Övriga kostnader kr/år	0
Tillb. meny	kr/G15-tim		55.93	kr/G15-tim	0
Totala driftskostnader	kr/år		255837	kortmeny	
	kr/G15-tim	279			
<b>TOTALT exklusive maskinflytt</b>				<b>Maskinflytt</b>	
	kr/år			fast kostnad + kr	595
	kr/G15-tim	938528		rörlig kostnad kr/km	68.16
	kr/G15-tim	1022			

Tabell 12.

Tillbehör			typ				
AUSTOFT 60 råton/ha 90dag/år			Telefon	Serv vagn	Komradio	Trailer	
livslängd	år	angivet	6	18	18	6	
		beräknat	6	18	18	6	0
	G15-tim	angivet					
		beräknat	5508	16524	16524	5508	0
investeringskostnad	kr		7500	150000	6000	50000	
restvärde	kr	angivet	0	15000	0	40000	
driftkostnad	kr/år	angivet	2500	16200	500		
		beräknat	2500	16200	500	0	0
	kr/G15-tim	angivet					
		beräknat	2.72	17.65	0.54	0	0
kapitalkostnad	kr/år	angivet					
		beräknat	1876	21687	877	7702	0
	kr/G15-tim	angivet					
		beräknat	2.04	23.62	0.96	8.39	0
summa	kr/år	angivet					
		beräknat	4376	37887	1377	7702	0
	kr/G15-tim	angivet					
		beräknat	4.77	41.27	1.5	8.39	0
totalt	kr/år	angivet					
		beräknat	51342				
	kr/G15-tim	angivet					
		beräknat	55.93				

Tillb. meny

Maskintyp AUSTOFT 60 råton/ha 90dag/år

PERSONAL	kr/år	194400
	kr/G15-tim	211.76
KAPITAL	kr/år	488291
	kr/G15-tim	531.91
DRIFT	kr/år	255837
	kr/G15-tim	278.6895
TOTALT exklusive maskinflytt	kr/år	938528
	kr/G15-tim	1022.36

kortmeny

Tabell 13.

1994-10-24 9.32		aktivberäkning	avverkning	sönderdelning			kortmény
Maskintyp	<b>Sidogående traktor med vagn</b>						
Maskinutnyttjande	tim/dag	12	G15-tim/dag	10.2			skotning
	G15-tim/år	918	Tekniskt utnyttjande	%	85	85	
<b>PERSONAL</b>							
Total arbetstid för lagets personal	dagar/år	90	Lönekostnad	kr/tim			
	tim/dag	16		kr/år			0
	tim/år	1440	Total perso-nalkostnad	kr/år			0
Reseersättning	kr/mil			kr/G15-tim			0
Övrig personal kostn	kr/år						
<b>KAPITAL</b>		Basmaskin	Aggregat	Övrigt	Totalt		
Investering	kr		0	0	0		0
Ekonomisk livslängd	år	0	0	0	0		0
	G15-tim		0	0	0		0
		0	0	0	0		0
Restvärde	kr		0	0	0		0
		0	0	0	0		0
	% av invest.	0	0	0	0		0
Diskonteringsfaktor		1	1	1	0		0
Amorteringsfaktor		0	0	0	0		0
Kapitalkostnad	kr/år		0	0	0		0
		0	0	0	0		0
	kr/G15-tim	0	0	0	0		0
ränta	%	13					
<b>DRIFT</b>		Basmaskin	Aggregat				
Service och reparations kostnader	% av investering			Försäkring	kr/år	0	
	kr/år		0		kr/G15-tim	0	
		0	0	Skatt	kr/år	0	
	kr/G15-tim	0	0		kr/G15-tim	0	
Olja och drivmedel		Drivmedel	Hydraulolja	Smörolja			
Förbrukning	liter/G15tim		dl/dag				
Kostnad	kr/liter						
	kr/år						
		0	0	0			
	kr/G15-tim	0	0	0			
Tillbehör	kr/år		0	Övriga kostnader	kr/år	0	
Tillb. méný	kr/G15-tim		0		kr/G15-tim	265	265
Totala driftskostnader	kr/år		243270				
	kr/G15-tim	265		kortmény			
<b>TOTAL</b>		kr/år		<b>Maskinflytt</b>			
exklusive maskinflytt		243270		fast kostnad +	kr		
	kr/G15-tim	265		rörlig kostnad	kr/km	18	

Tabell 14a.

## Indata

Fordonstyp: Flisfordon m kran &amp; skopa

Ränta, %	13.0	Lönekostnader, kr/år	493302
Rörelsekapital, kr	50000	Årligt utnyttjande, tim/år	3400
Rörelsekapitalets ränta, %	15.0	Laststörlek, ton	31.0
Övriga tidskostnader, kr/år	0	Rådensitet, kg/m³	333
		Bränslepris, kr/liter	5.50

	Bil	Släp	Kran
Investering, exkl gummi, kr	1300000	800000	450000
Avskrivningstid, år	5	8	8
Restvärde, % av investering	20	15	0
Service och reparation, % av investering	50	50	50
Avskrivning som belastar tidskostnaderna, %	25	25	100
Investering i däck, kr	34500	40000	
Däckens hållbarhet, km	100000	80000	
Fordonsskatt, kr/år	22385	14670	
Kilometerskatt, kr/km	0.000	0.000	
Försäkringar, kr/år	25407	3310	
Bränsleförbrukning kran, liter/lass			10.00

Transportavstånd	20 km	30 km	60 km
Körhastighet, km/timme	55	57	65
Terminaltid, minuter/lass	62	62	62
Avbrottstid, minuter/lass	8	12	14
Bränsleförbrukning, liter/km	0.53	0.52	0.50
Oljekostnad, kr/km	0.25	0.23	0.20

## Anteckningar

Standardfordon som bygger på en VOLVO F12 (6x2). Kranen är utrustad med en 1.5 m<sup>3</sup> stor skopa. Skiftform är 2-skift. 200 timmars övertid per år. Rangering 20 min, lastning 30 min, rangering 4 min, tippning 4 min, städning 4 min, summa 62 min.

Tabell 14b.

## Kalkylresultat

Fordonstyp: Flisfordon m kran & skopa

Tidkostnad, kr/tim	262.41	Årlig tidkostnad, 1000 kr/år			892
Transportavstånd		20 km	30 km	60 km	
Sträckkostnad, kr/km		11.43	9.71	7.56	
Årlig körsträcka, 1000 km		72	89	131	
Årlig sträckkostnad, 1000 kr/år		821	867	991	
Antal vändor per år		1795	1487	1092	
Vändatid, timmar		1.9	2.3	3.1	
Vändakostnad, kr		954	1183	1724	
Årlig transportkostnad, 1000 kr/år		1713	1759	1884	
Årlig transportkostnad, kr/ton		30.78	38.15	55.63	
Årlig transportkostnad, kr/m³f		10.25	12.70	18.52	

Transportkostnadsfunktioner:

$$\text{kr/ton} = 17.79 + 0.647 \cdot \text{km}$$

$$\text{kr/m}^3f = 5.92 + 0.215 \cdot \text{km}$$

Tabell 14c.

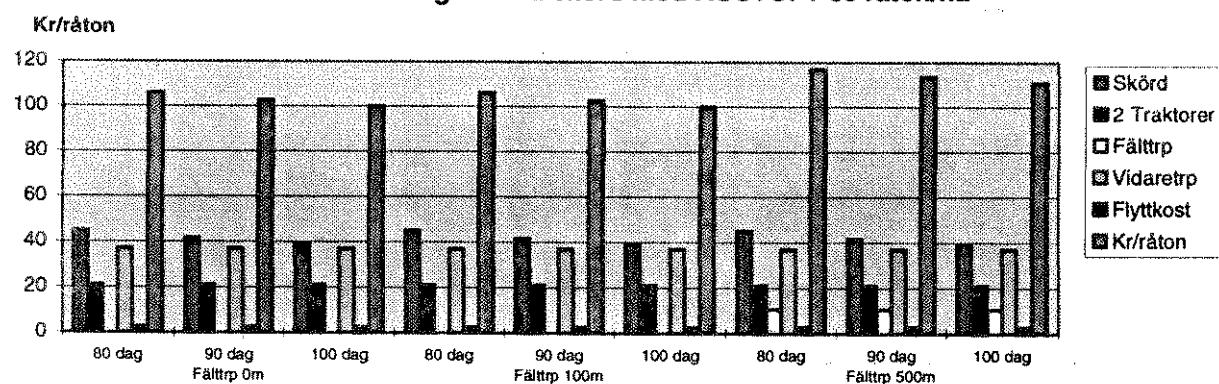
## Kostnadsfördelning

Fordonstyp: Flisfordon m kran & skopa

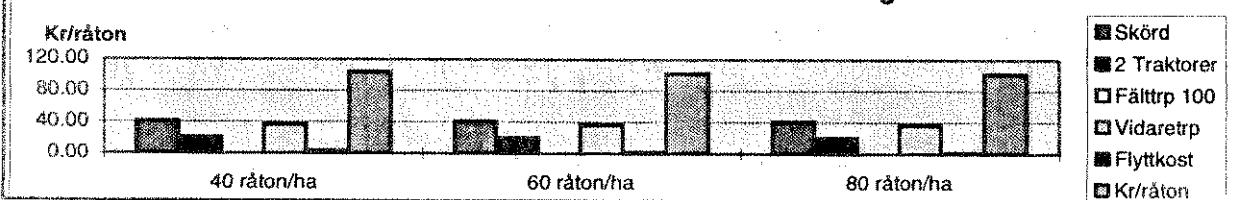
Transportavstånd		20 km	30 km	60 km
Tidkostnader kr/ton	Fasta avskrivningar	2.33	2.81	3.82
	Räntor	3.66	4.42	6.01
	Fordonsskatter	0.67	0.80	1.09
	Försäkringar	0.52	0.62	0.85
	Lönekostnader	8.86	10.70	14.57
	Övriga tidkostnader	0.00	0.00	0.00
Summa tidkostnader, kr/ton		16.03	19.35	26.35
Sträckkostnader kr/ton	Rörliga avskrivningar	3.95	4.77	6.49
	Kilometerskatt	0.00	0.00	0.00
	Däcksutrustning	1.09	1.64	3.27
	Bränsle och olja	5.86	7.75	13.19
	Service och reparation	3.85	4.64	6.32
Summa sträckkostnader, kr/ton		14.74	18.80	29.28
Total kostnad, kr/ton		30.78	38.15	55.63

Tabell 15.

<b>AUSTOFT 7700</b>									
		80 dag/år		90 dag/år		100 dag/år			
		kr/råton	kr/G15-tim	kr/råton	kr/G15-tim	kr/råton	kr/G15-tim		
Austoft 60 råton/ha		45.07		1106	41.71	1022	39.01		955
		Skörd	2 Traktorer	Fälttrp 0	Vidaretrp	Flyttkost	Kr/råton		
Austoft 60 råton/ha 80dag		45.07		21.2	0	37.13	2.73	106.13	
Austoft 60 råton/ha 90dag		41.71		21.2	0	37.13	2.73	102.77	
Austoft 60 råton/ha 100dag		39.01		21.2	0	37.13	2.73	100.07	
		Skörd	2 Traktorer	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Kr/råton		
Austoft 60 råton/ha 80dag		45.07		21.2	0	37.13	2.73	106.13	
Austoft 60 råton/ha 90dag		41.71		21.2	0	37.13	2.73	102.77	
Austoft 60 råton/ha 100dag		39.01		21.2	0	37.13	2.73	100.07	
		Skörd	2 Traktorer	Fälttrp 500	Vidaretrp	Flyttkost	Kr/råton		
Austoft 60 råton/ha 80dag		45.07		21.2	10.6	37.13	3.03	117.03	
Austoft 60 råton/ha 90dag		41.71		21.2	10.6	37.13	3.03	113.67	
Austoft 60 råton/ha 100dag		39.01		21.2	10.6	37.13	3.03	110.97	

**Kostnadssdiagram vid skörd med AUSTOFT 60 råton/ha****Skördekostnad vid varierande tillväxt. Skörd 90 dagar/år.**

		Skörd	2 Traktorer	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Kr/råton	
40 råton/ha		41.71	21.20	0.00	37.13	4.10	104.14	
60 råton/ha		41.71	21.20	0.00	37.13	2.73	102.77	
80 råton/ha		41.71	21.20	0.00	37.13	2.05	102.09	

**Skördekostnad vid varierande tillväxt 90 dag/år**

Tabell 16.

vägnamn	Fältväg 500 meter					1994-10-27 12.13	
vägmeny	aktivberäkning						
Vägkostnad	sträcka	vägklass	teräng	avskrivning	kostnad	totalt	
Åtgärd	meter	1A-4D.(V)	Lätt/med el/svår	år	kr/m	kr/år	kr
Nybyggnation	500	4D	Lätt	30	32	2135	16000
Service					0	0	0
Upprustning					0	0	0
detalj	antal	pris kr/st					
bom						0	0
mötesplats						0	0
vändplan	1	4000				0	4000
vägtrumma	1	1500				0	1500
						0	0
			summa		kr/år	2135	
					kr/(m*år)	4.27	
					kr	21500	
ränta	%	13	hjälptabeller				
Nybyggtabeller							
Nybyggnation	kr/m		geometri				
bärighet	1	2	3	4			
A	160	140	120	100			
B	140	120	100	80			
C	120	100	80	60			
D	100	80	60	40			
Vinterväg	icke	icke	icke	20			
Nybygg-							
Terängtyp							
faktor							
lätt						0.8	
medel						1	
svår						1.2	
Service							
bärighet	kr/(m*år)				Upprustning	kr/m	
A	4				hyvling	20	
B	3				grusning		
C	2				etc		
D	1						
V	0						

## Fortsatta kompletterande studier

Till den kommande vintern, 1994/95, är avsikten att det här presenterade analysprogrammet skall byggas ut för att också omfatta skörd och hantering av helskott. Vidare skall ytterligare exempel tas fram som visar hur olika resurser i form av maskiner och fordon kan utnyttjas och vilka kostnader detta medför då förutsättningarna för skörd och avsättning varieras.

Det är viktigt att nya prestationsmätningar utförs de närmaste åren då det sker en kontinuerlig snabb utveckling och förbättring av både skördemaskiner och av de salixbestånd som skall skördas. I kombination med äldre data kommer man då dels att kunna avläsa den maskintekniska utvecklingen, dels se vad en del av de naturliga beståndsvariationerna betyder för förutsättningarna att uppnå en hög skördekapacitet.

De genomförda studierna har också medfört att en del arbetsmiljöproblem, med anknytning till skördemaskinerna, uppmärksammats och ett forskningsprogram för inledande studier över dessa bör snarast tas fram.

## Diskussion

Den totala arealen Salix i Sverige var den 1 juli 1994 ca 11 000 ha inklusive det som planterats detta år. Den ökande arealen salixodlingar gör att kraven på rationella system för skörd och vidarehantering blir allt starkare.

Skördesystemen för Salix kommer att på många gårdar medföra helt nya krav på organisation och kapaciteter vad gäller transporter och transportvägar. Planeringen för detta måste finnas med från början d.v.s. redan före planteringen. De arbetsstudier som genomförts och de beräkningar som kan göras med analysprogrammet visar klart att logistiken, organisationen av skörd och transporter är av utomordentligt stor betydelse för det ekonomiska resultatet. Detta kommer i vissa fall att medföra att man måste förbereda platser för uppställning av ett flertal containers liksom utrymme, vändplatser, för de lastbilar som skall lossa tomma och lasta fyllda behållare. Även markvägar till dessa uppställningsplatser kan komma att kräva förbättringar då vägslaget ofta kan vara svårt. Detta gäller såväl vid direktskörd på vintern som vid separat flisning under sommaren eller hösten.

Med hjälp av det här presenterade analysprogrammet kommer det att bli möjligt att ta fram kalkyler för olika kombinationer av skördemaskiner, transportfordon m.m. för att jämföra olika system under olika förhållanden.

Sedan analysprogrammet kunnat tas i bruk för denna rapport har det använts för att utnyttja det relativt omfattande arbetsstudiematerialet som nu finns rörande salixskörd. Olika kalkylexempel, som redovisas i bl.a. bilaga 1, har tagits fram för att belysa olika förhållanden och olika resursutnyttjande.

*Det är viktigt att understryka att det även i fortsättningen krävs goda och aktuella arbetsdata att sätta in i beräkningsprogrammet för att de resultat som presenteras med hjälp av datorn skall vara tillförlitliga.*

Avsikten är att analysprogrammet skall vara ett effektivt och lättarbetat verktyg för de som önskar få mer detaljerade kunskaper om förutsättningarna i enskilda fall för ekonomiskt lönsam salixodling. Det skall sålunda vara ett redskap såväl för salixrådgivare som för odlare och entreprenörer.

Programmet har ännu inte nått sin slutliga utformning. Avsikten är att det skall ske en fortsatt utveckling och ett löpande underhåll. Med hjälp av nya aktuella data om skördemaskinernas prestanda och olika hanteringsmetoder blir det möjligt att göra allt bättre beräkningar och prognoser. Den komplettering av analysprogrammet som står närmast i tur gäller skörd av helskott.

Nedan ges exempel på vad man med hjälp av analysprogrammet kan uppnå.

Man kan:

- I förväg bedöma resursbehovet vid skörd på olika odlingslokaler. Man kan beräkna och beskriva vilka transporter och vägar som fordras, om det lönar sig att bygga vägar och iordningställa lagringsytor m.m.
- Göra jämförelser mellan olika skördesystem.
- Se på vilka förutsättningar de stora skördarna kräver jämfört med de små.
- Göra beräkningar för stora skördeobjekt jämfört med små.
- Göra en bedömning för varje enskilt bestånd vilket skördesystem som är bäst.
- Göra beräkning av kostnader för att ta den skördemaskin som finns på närmaste avstånd.
- Se på vad transportavståndet för flis betyder för ekonomin.

Man kan också med hjälp av detta program:

- Se på hur olika stora skördekapaciteter kräver olika transporter med i vissa fall stor kapacitet och precision för att man skall kunna undvika avbrott i skördearbetet. Man kan också se att i takt med att skördemaskinernas kapaciteter ökar så växer kraven på organisationen för omhändertagande och transporter.
- Diskutera krav på mottagningskapaciteter vid värmeverk.
- Bedöma kostnader för lagring före leverans.

- Utarbeta offerter för olika skördesituationer.
- Bedöma om inlämnade offerter är rimliga.
- Diskutera fördelar och svagheter allmänt i systemet resp. hos de olika maskinerna.

Med utgångspunkt från de tabeller och diagram som tagits fram, lämnas här några kommentarer till de olika skördesystemen.

### **Austoft 7700**

Vid en hektarskörd på 60 ton/ha råvikt (ca 30 ton ts/ha) och med 90 skörde-dagar per år till förfogande, 100 meter fälttransport av flis samt 30 km avstånd till värmeverk blir skördekostnaden inklusive alla transporter omkring 103 kr/ton råvikt vilket motsvarar 49 kr/MWh.

För att ta reda på skörden på fältet krävs minst två jordbruksstraktorer med släpvagn som följer skördaren. Lasten tippas på marken. Lastning sker senare i en flisbil med kranskopa. Transporten med flisbil är drygt 10 kr/ton dyrare än med ett containersystem.

Genom att flisen lagras på marken undviker man emellertid att få ett "hett" system som kräver väl planerade skörde- och transportsystem som fungerar utan avbrott. Lagringen kan med detta system utsträckas under flera veckor varför leveransen kan anpassas till både transportkapaciteter och mottagnings-förhållanden vid värmeverk.

### **Bender 85 kW**

Vid en hektarskörd på 40 ton/ha råvikt (ca 20 ton ts/ha) och med 90 skörde-dagar per år till förfogande, 100 meter fälttransport av flis samt 30 km avstånd till värmeverk blir skördekostnaden inklusive alla transporter omkring 96 kr/ton råvikt vilket motsvarar 46 kr/MWh.

Maskinens kapacitet är för närvarande begränsad till bestånd som innehåller max 50 ton/ha råvikt. Flis samlas i en högrippande vagn dragen av skördaren. Denna vagn kan tömmas direkt i en container.

Genom den jämförelsevis låga skördekapaciteten kan man undvika att få ett alltför "hett" system. En lastbil med 6 st containers beräknas kunna hålla jämna steg med skördaren vid korta transportavstånd.

### Bender 140 kW

Bender 140 kW som presenterats som ett framtida alternativ bedöms med samma förutsättningar som de andra maskinerna Austoft 7700 och Claas Jaguar kunna skördta 23 ton/h råvikt till en kostnad av omkring 77 kr/ton råvikt vilket motsvarar 37 kr/MWh.

### Claas Jaguar 695

För Claas Jaguar har tre olika koncept tagits fram:

1. Skördare med bogserad högtippande vagn som töms direkt i en container på 100 m avstånd från odlingen. Vid en hektarskörd på 60 ton/ha råvikt (ca 30 ton ts/ha) och med 90 skördedagar per år till förfogande, 100 meter fälttransport av flis samt 30 km avstånd till värmeverk blir skördekostnaden inklusive alla transporter omkring 67 kr/ton råvikt vilket motsvarar 32 kr/MWh.
2. Skördare med bogserad högtippande vagn som töms nära odlingen direkt i en container som sedan flyttas 100 m med en "containertraktor". Med samma förutsättningar som ovan blir kostnaden omkring 77 kr/ton råvikt eller 37 kr/MWh.
3. Skördare som fyller direkt i container som körs vid sidan av skördaren. För detta krävs två "containertraktorer". Här blir motsvarande kostnader omkring 79 kr/ton råvikt eller 38 kr/MWh.

Den jämförelsevis stora skördekapaciteten kan medföra krav på utrymme för hantering av 9 - 12 st containers med två eller tre lastbilar för vägtransporter. Detta blir ett mycket "hett" system där störningar som medför extra kostnader lätt kan inträffa. Om transporter inte fungerar kan man tvingas lagra flis på marken vilket medför en extra kostnad för lastning/transport på drygt 10 kr/ton råvikt (4,60 kr/MWh). Om avbrott uppstår i skördan måste man snabbt kunna omdirigera lastbilarna till andra körningar. Användning av ytterligare tre containers för att minska effekterna av avbrott i skörd eller transport medför en extra kostnad på 105 kr/dag och 350 kr/lokal.

### Containersystem

Alla containersystem kan ses som mer eller mindre "heta". Det gäller dels att med bilar hålla skördemaskinerna med tomma behållare, dels att med skördare fylla containrarna i den takt de skall hämtas utan att det på något håll blir väntetider. Vid avbrott i en del av systemet blir snart hela organisationen stående.

## Maskinutveckling skördare

De senaste årens utveckling då det gäller skördemaskiner för Salix har på olika sätt varit intensiv. I första hand har det gällt att få fram maskiner som klarar skördeprocessen utan alltför många avbrott. Det har också varit viktigt att de stolar och stubbar som blir kvar efter skörden dels har så få skador som möjligt dels inte är onödigt höga då detta medför skördeförluster. Även hjulutrustning och markskador har ägnats ett visst intresse.

För det fortsatta arbetet gäller att med de stora maskinerna dels upprätthålla en hög produktion dels att få hela skördeprocessen att fungera med så få störningar som möjligt. I denna process är logistiken en mycket viktig del vilket klart framgår av de inledande studier som genomförs.

Även de små skördemaskinerna, både för direktskörd och helkottsskörd, förutes fä en viktig roll bl.a. genom att investeringsbehovet här är mindre. Även det något lägre tempot i skördearbetet kan ses som något positivt då det kräver något mindre "heta" transportsystem.

En annan viktig del i sammanhanget är arbetsmiljön. Att köra en salixskördare, 5-7 km/h, under långa intensiva arbetspass kan vara utomordentligt krävande. Det bedöms därför viktigt att betydande resurser satsas dels för att utreda forskningsbehoven dels för att på bästa sätt åtgärda de brister som redan nu är uppenbara.

Även behovet av utvecklingsarbete då det gäller helkottsskördens bör framhållas. Dels gäller detta tekniska förbättringar av skördesystemen, maskiner och transportfordon, dels hantering och lagring av det som skördats. Det som i första hand gör helkottsskördens dyrare än direktskördens är lagringen och den därpå följande flisningen. Även här är logistiken en viktig del i kostnadsbilden.

I en kort summering av tankar rörande teknikutvecklingen för skörd skall betonas att man måste räkna med att det ännu under flera år kommer att krävas ett fortsatt intensivt utvecklingsarbete för att så snart som möjligt, och gärna på bred front, nå fram till effektiva skördesystem för både direktskörd och helkottsskörd då detta har en avgörande betydelse för hela ekonomin vid salixodling.

## Maskinreferenser

För ytterligare information om de olika skördemaskinerna, kontakta:

### **Austoft 7700**

Henriksson Salix AB  
 Gunnar Henriksson  
 Gudmundtorp  
 231 98 TRELLEBORG  
 Tel: 0410-256 15, 010-298 59 38

### **Bender 85 kW**

Salixmaskiner AB  
 Mats Wilstrand  
 Pl 601  
 776 01 HEDEMORA  
 Tel: 0225-71 16 30  
 Fax: 0225-71 17 71

### **Claas Jaguar 695**

LMB  
 Kjell Arne Olsson  
 Box 174  
 201 21 Malmö  
 Tel: 040-38 64 00, 010-240 91 52

### **Läs mer om salixodling och skörd i tidigare JTI-rapporter**

Danfors B. & Nordén B., 1992. Teknikutvärdering av energiskogsskördare. JTI-rapport 150. Jordbruksstekniska institutet, Uppsala.

Danfors B., 1992. Salixodling. Maskiner, arbetsmetoder och ekonomi. Meddelande nr 436. Jordbruksstekniska institutet, Uppsala.

Danfors B., 1994. Teknikutvärdering av sticklingskördare. Ramprogram Salix, NUTEK, R 1994:13, Stockholm.

Danfors B., 1994. Fortsatt teknikutvärdering av energiskogsskördare. JTI-rapport 181. Jordbruksstekniska institutet, Uppsala.

Danfors B. & Nordén B., 1994. Fortsatt utvärdering av skördeteknik för Salix. Vintern 1993/94. JTI-rapport 195. Jordbruksstekniska institutet, Uppsala.

the first time. The author has also made a number of changes in the original manuscript, particularly in the first chapter, which has been completely rewritten.

The book is intended for students of mathematics, physics, and engineering, as well as for those interested in the applications of mathematics to science and technology. It is also suitable for self-study by individuals who have a good knowledge of calculus and linear algebra.

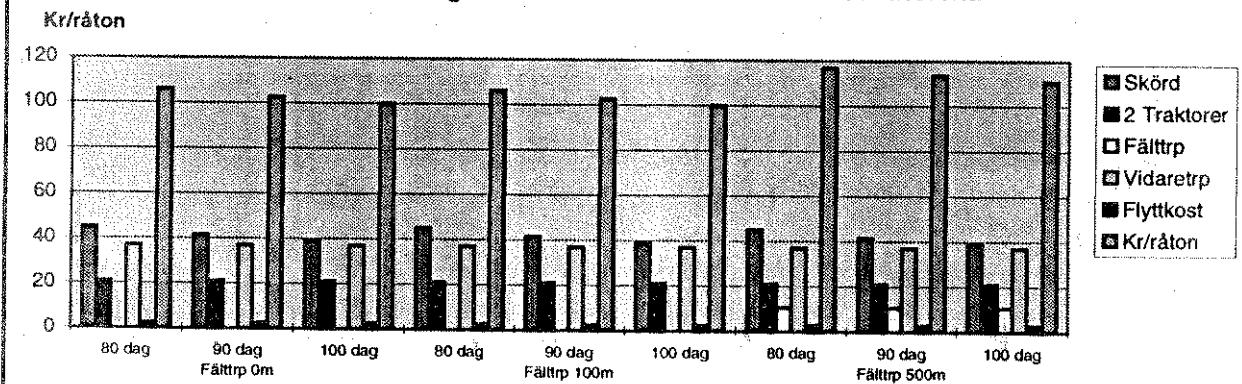
The author would like to thank the editor and the referees for their valuable suggestions and comments, which have greatly improved the quality of the book. He would also like to thank his wife, Dr. Linda J. Green, for her help in preparing the manuscript.

Finally, the author would like to express his gratitude to the publisher for their support and encouragement throughout the preparation of this book.

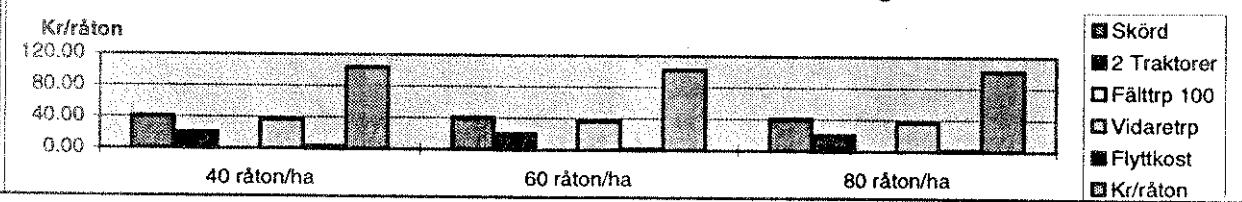
**Bilaga 1**

**Ytterligare exempel på hur analysprogrammet kan utnyttjas för logistiska beräkningar**

<b>AUSTOFT 7700</b>		80 dag/år kr/råton	90 dag/år kr/råton	100 dag/år kr/råton	80 dag/år kr/G15-tim	90 dag/år kr/G15-tim	100 dag/år kr/G15-tim
Austoft 60 råton/ha		45.07	41.71	39.01	1106	1022	955
	Skörd	2 Traktorer	Fälttrp 0	Vidaretrp	Flyttkost	Kr/råton	
Austoft 60 råton/ha 80dag	45.07	21.2	0	37.13	2.73	106.13	
Austoft 60 råton/ha 90dag	41.71	21.2	0	37.13	2.73	102.77	
Austoft 60 råton/ha 100dag	39.01	21.2	0	37.13	2.73	100.07	
	Skörd	2 Traktorer	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Kr/råton	
Austoft 60 råton/ha 80dag	45.07	21.2	0	37.13	2.73	106.13	
Austoft 60 råton/ha 90dag	41.71	21.2	0	37.13	2.73	102.77	
Austoft 60 råton/ha 100dag	39.01	21.2	0	37.13	2.73	100.07	
	Skörd	2 Traktorer	Fälttrp 500	Vidaretrp	Flyttkost	Kr/råton	
Austoft 60 råton/ha 80dag	45.07	21.2	10.6	37.13	3.03	117.03	
Austoft 60 råton/ha 90dag	41.71	21.2	10.6	37.13	3.03	113.67	
Austoft 60 råton/ha 100dag	39.01	21.2	10.6	37.13	3.03	110.97	

**Kostnadsdiagram vid skörd med AUSTOFT 60 råton/ha****Skördecostnad vid varierande tillväxt. Skörd 90 dag/år.**

	Skörd	2 Traktorer	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Kr/råton
40 råton/ha	41.71	21.20	0.00	37.13	4.10	104.14
60 råton/ha	41.71	21.20	0.00	37.13	2.73	102.77
80 råton/ha	41.71	21.20	0.00	37.13	2.05	102.09

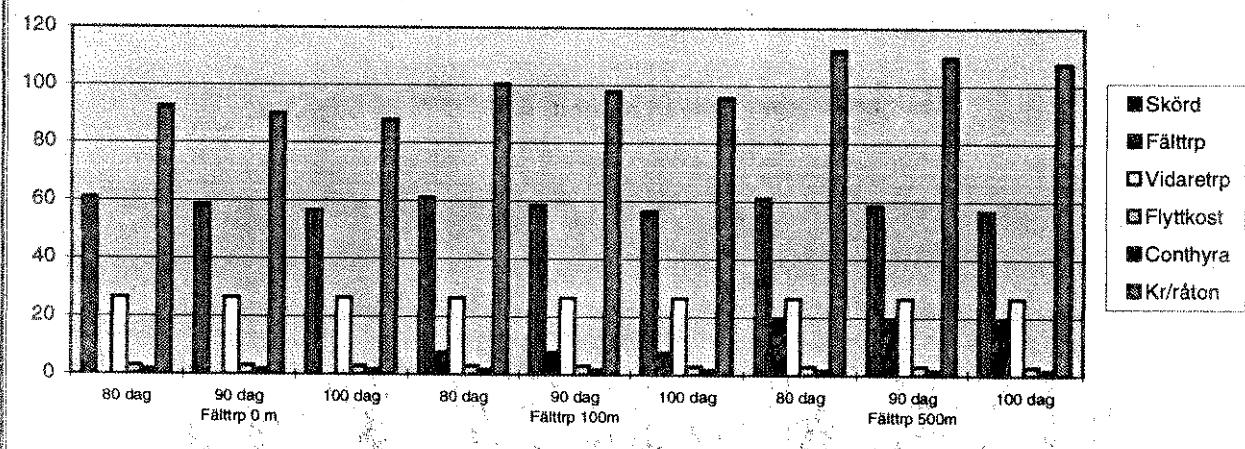
**Skördecostnad vid varierande tillväxt 90 dag/år**

## BENDER 85 kW 40 råton/ha

		80 dag/år kr/råton		90 dag/år kr/råton		100 dag/år kr/råton	
		kr/G15-tim		kr/G15-tim		kr/G15-tim	
Bender 85 kW 40 råton/ha		61.13 kr	773 kr	58.57 kr	739 kr	56.53 kr	713 kr
	Skörd	Fältrp 0	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra	Kr/råton	
Bender 85 kW 40 råton/ha 80dag	61.13 kr	0 kr	26.51 kr	3.11 kr	1.80 kr	92.55 kr	
Bender 85 kW 40 råton/ha 90dag	58.57 kr	0 kr	26.51 kr	3.20 kr	1.80 kr	90.08 kr	
Bender 85kW 40 råton/ha 100dag	56.53 kr	0 kr	26.51 kr	3.04 kr	1.80 kr	87.88 kr	
	Skörd	Fältrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra	Kr/råton	
Bender 85 kW 40 råton/ha 80dag	61.13 kr	7.93 kr	26.51 kr	3.11 kr	1.80 kr	100.48 kr	
Bender 85 kW 40 råton/ha 90dag	58.57 kr	7.93 kr	26.51 kr	3.20 kr	1.80 kr	98.01 kr	
Bender 85kW 40 råton/ha 100dag	56.53 kr	7.93 kr	26.51 kr	3.04 kr	1.80 kr	95.81 kr	
	Skörd	Fältrp 500	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra	Kr/råton	
Bender 85 kW 40 råton/ha 80dag	61.13 kr	19.82 kr	26.51 kr	3.11 kr	1.80 kr	112.37 kr	
Bender 85 kW 40 råton/ha 90dag	58.57 kr	19.82 kr	26.51 kr	3.20 kr	1.80 kr	109.90 kr	
Bender 85kW 40 råton/ha 100dag	56.53 kr	19.82 kr	26.51 kr	3.04 kr	1.80 kr	107.70 kr	

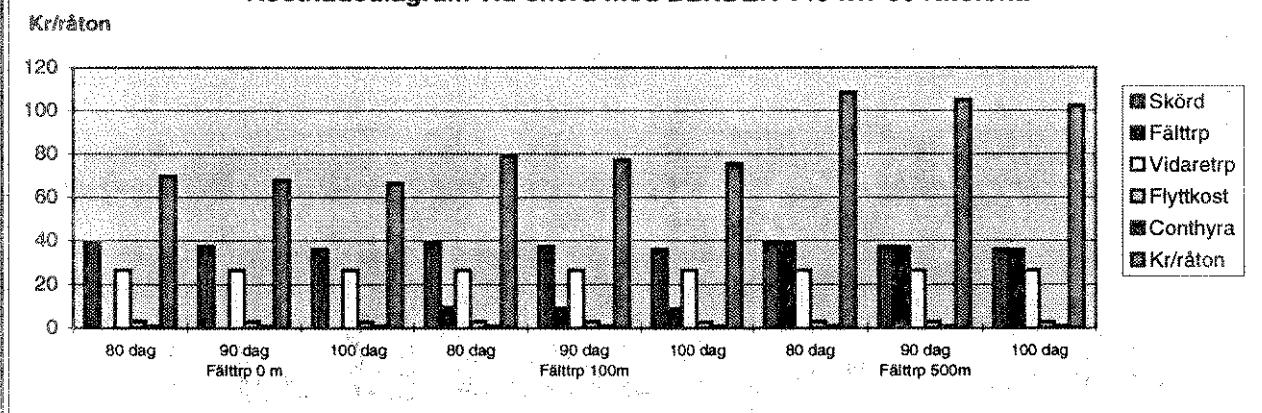
Kr/råton

Kostnadsdiagram vid skörd med BENDER 85 kW 40 råton/ha



		80 dag/år kr/råton		90 dag/år kr/råton		100 dag/år kr/råton	
			kr/G15-tim		kr/G15-tim		kr/G15-tim
Bender 140 kW 60 råton/ha		38.99 kr	875 kr	37.38 kr	838 kr	36.09 kr	808 kr
	Skörd	Fältrp 0	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra	Kr/råton	
Bender 140 kW 60 råton/ha 80dag	38.99 kr	0 kr	26.51 kr	3.15 kr	1.02 kr	69.67 kr	
Bender 140 kW 60 råton/ha 90dag	37.38 kr	0 kr	26.51 kr	3.05 kr	1.02 kr	67.96 kr	
Bender 140kW 60 råton/ha 100dag	36.09 kr	0 kr	26.51 kr	2.97 kr	1.02 kr	66.59 kr	
	Skörd	Fältrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra	Kr/råton	
Bender 140 kW 60 råton/ha 80dag	38.99 kr	9.72 kr	26.51 kr	3.15 kr	1.02 kr	79.39 kr	
Bender 140 kW 60 råton/ha 90dag	37.38 kr	9.31 kr	26.51 kr	3.05 kr	1.02 kr	77.27 kr	
Bender 140kW 60 råton/ha 100dag	36.09 kr	8.98 kr	26.51 kr	2.97 kr	1.02 kr	75.57 kr	
	Skörd	Fältrp 500	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra	Kr/råton	
Bender 140 kW 60 råton/ha 80dag	38.99 kr	38.89 kr	26.51 kr	3.15 kr	1.02 kr	108.56 kr	
Bender 140 kW 60 råton/ha 90dag	37.38 kr	37.24 kr	26.51 kr	3.05 kr	1.02 kr	105.20 kr	
Bender 140kW 60 råton/ha 100dag	36.09 kr	35.91 kr	26.51 kr	2.97 kr	1.02 kr	102.50 kr	

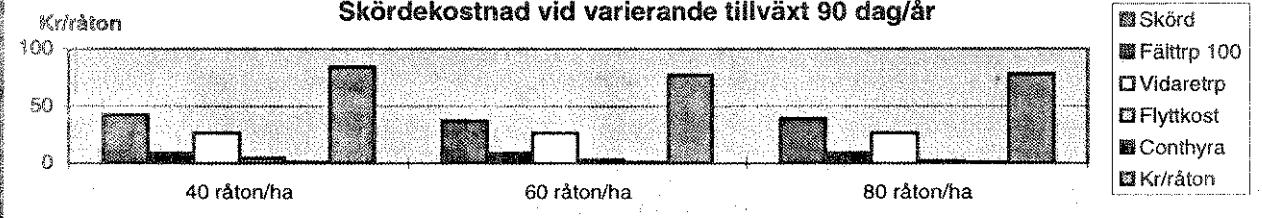
Kostnadsdiagram vid skörd med BENDER 140 kW 60 råton/ha



Skördekostnad vid varierande tillväxt

	Skörd	Fältrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra	Kr/råton
40 råton/ha	42.99	9.31 kr	26.51 kr	4.58 kr	1.02 kr	84.41
60 råton/ha	37.38	9.31 kr	26.51 kr	3.05 kr	1.02 kr	77.27
80 råton/ha	39.08	9.31 kr	26.51 kr	2.29 kr	1.02 kr	78.21

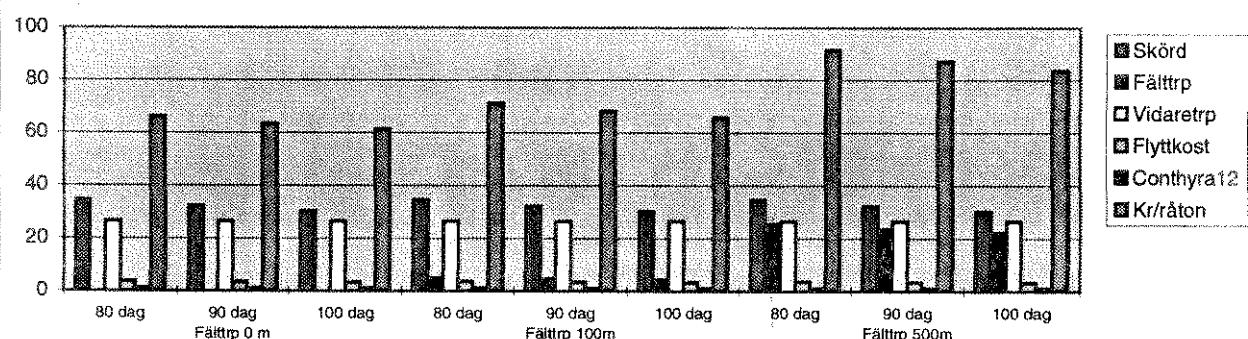
Skördekostnad vid varierande tillväxt 90 dag/år



## CLAAS + VAGN, 60 råton/ha

	80 dag/år kr/råton	90 dag/år kr/råton	100 dag/år kr/råton			
	kr/G15-tim	kr/G15-tim	kr/G15-tim	kr/G15-tim	kr/råton	kr/G15-tim
Claas + vagn 60 råton/ha	34.68 kr	1 262 kr	32.25 kr	1 172 kr	30.30 kr	1 100 kr
	Skörd	Fälttrp 0	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra12	Kr/råton
Claas+vagn 60 råton/ha 80dag	34.68 kr	0 kr	26.51 kr	3.70 kr	1.18	66.07 kr
Claas+vagn 60 råton/ha 90dag	32.25 kr	0 kr	26.51 kr	3.51 kr	1.18	63.45 kr
Claas+vagn 60 råton/ha 100dag	30.30 kr	0 kr	26.51 kr	3.35 kr	1.18	61.34 kr
	Skörd	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra12	Kr/råton
Claas+vagn 60 råton/ha 80dag	34.68 kr	5.11 kr	26.51 kr	3.70 kr	1.18	71.18 kr
Claas+vagn 60 råton/ha 90dag	32.25 kr	4.74 kr	26.51 kr	3.51 kr	1.18	68.19 kr
Claas+vagn 60 råton/ha 100dag	30.30 kr	4.45 kr	26.51 kr	3.35 kr	1.18	65.79 kr
	Skörd	Fälttrp 500	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra12	Kr/råton
Claas+vagn 60 råton/ha 80dag	34.68 kr	25.54 kr	26.51 kr	3.70 kr	1.18	91.61 kr
Claas+vagn 60 råton/ha 90dag	32.25 kr	23.72 kr	26.51 kr	3.51 kr	1.18	87.17 kr
Claas+vagn 60 råton/ha 100dag	30.30 kr	22.26 kr	26.51 kr	3.35 kr	1.18	83.60 kr

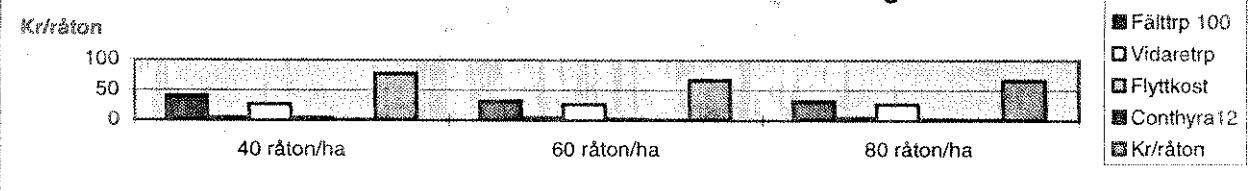
Kostnadsdiagram vid skörd med CLAAS + vagn 60 råton/ha



Skördecostnad vid varierande tillväxt. Skörd 90 dagar/år.

	Skörd	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra12	Kr/råton
40 råton/ha	40.74 kr	4.74 kr	26.51 kr	4.10 kr	1.18 kr	77.27 kr
60 råton/ha	32.25 kr	4.74 kr	26.51 kr	2.73 kr	1.18 kr	67.41 kr
80 råton/ha	32.25 kr	4.74 kr	26.51 kr	2.05 kr	1.18 kr	66.73 kr

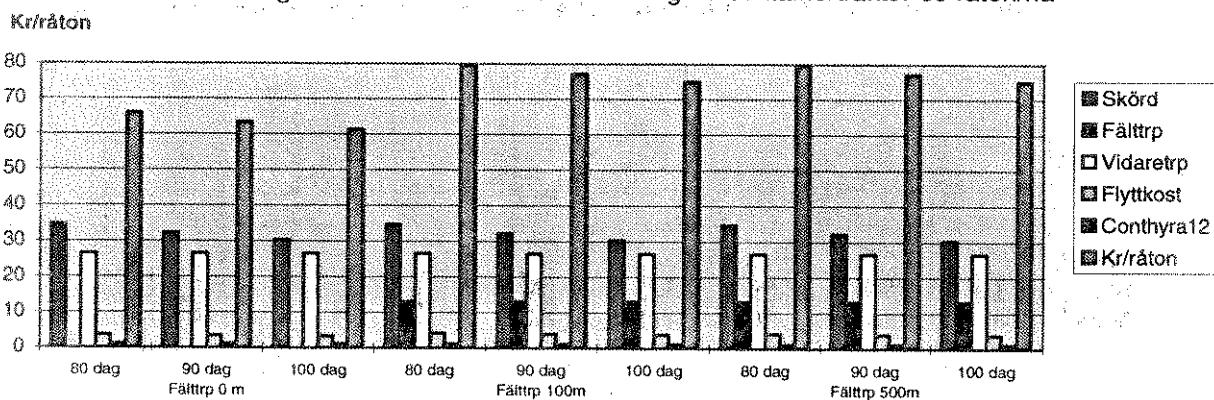
Skördecostnad vid varierande tillväxt 90 dag/år



## **CLAAS + VAGN + containertraktor, 60 råton/ha**

	80 dag/år kr/råton	90 dag/år kr/råton	100 dag/år kr/råton	
Claas + vagn 60 råton/ha	34.68	1262	32.25	1172
	Skörd	Fälttrp 0	Vidaretrp	Flyttkost
Claas+vagn 60 råton/ha 80dag	34.68	0	26.51	3.7
Claas+vagn 60 råton/ha 90dag	32.25	0	26.51	3.5
Claas+vagn 60 råton/ha 100dag	30.3	0	26.51	3.35
	Skörd	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost
Claas+vagn 60 råton/ha 80dag	34.68	13.16	26.51	4.23
Claas+vagn 60 råton/ha 90dag	32.25	13.16	26.51	4.04
Claas+vagn 60 råton/ha 100dag	30.3	13.16	26.51	3.89
	Skörd	Fälttrp 500	Vidaretrp	Flyttkost
Claas+vagn 60 råton/ha 80dag	34.68	13.16	26.51	4.23
Claas+vagn 60 råton/ha 90dag	32.25	13.16	26.51	4.04
Claas+vagn 60 råton/ha 100dag	30.3	13.16	26.51	3.89

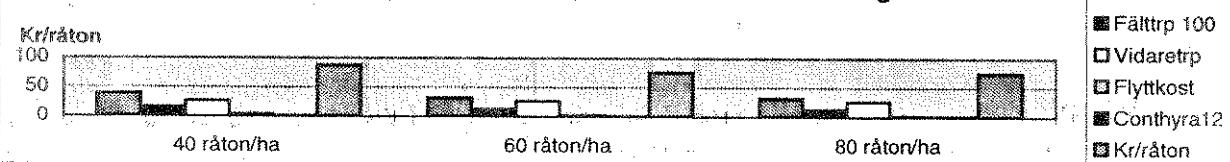
Kostnadsdiagram vid skörd med CLAAS + vagn + containertraktor 60 råton/ha



Skördecostnad vid varierande tillväxt. Skörd 90 dagar/år.

	Skörd	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra12	Kr/råton
40 råton/ha	39.78	16.23 kr	26.51 kr	4.10 kr	1.18	87.80 kr
60 råton/ha	32.25	13.16	26.51 kr	2.73 kr	1.18	75.83 kr
80 råton/ha	32.25	13.16	26.51 kr	2.05 kr	1.18	75.15 kr

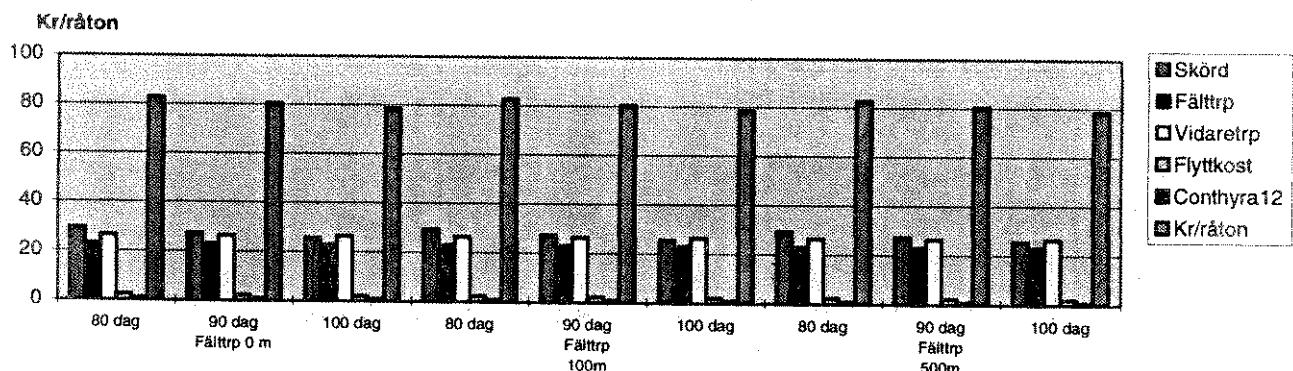
Skördecostnad vid varierande tillväxt 90 dag/år



## **CLAAS + 2 st Containertraktorer, 60 råton/ha**

	80 dag/år		90 dag/år		100 dag/år		Kr/råton
	kr/råton	kr/G15-tim	kr/råton	kr/G15-tim	kr/råton	kr/G15-tim	
Claas+cont.traktor 60 råton/ha	29.54	1220	27.39	1130	25.67	1057	
	Skörd	Fälttrp 0	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra12	Kr/råton	
Claas+cont.traktor 60råton/ha 80dag	29.54	23.18	26.51	2.59	1.04	81.82	
Claas+cont.traktor 60råton/ha 90dag	27.39	23.18	26.51	2.39	1.04	79.47	
Claas+cont.traktor 60råton/ha 100dag	25.67	23.18	26.51	2.24	1.04	77.6	
	Skörd	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra12	Kr/råton	
Claas+cont.traktor 60råton/ha 80dag	29.54	23.18	26.51	2.59	1.04	81.82	
Claas+cont.traktor 60råton/ha 90dag	27.39	23.18	26.51	2.39	1.04	79.47	
Claas+cont.traktor 60råton/ha 100dag	25.67	23.18	26.51	2.24	1.04	77.6	
	Skörd	Fälttrp 500	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra12	Kr/råton	
Claas+cont.traktor 60råton/ha 80dag	29.54	23.18	26.51	2.59	1.04	81.82	
Claas+cont.traktor 60råton/ha 90dag	27.39	23.18	26.51	2.39	1.04	79.47	
Claas+cont.traktor 60råton/ha 100dag	25.67	23.18	26.51	2.24	1.04	77.6	

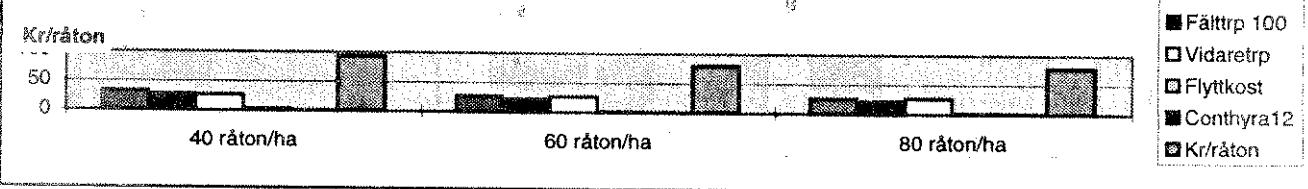
### **Kostnadssdiagram vidskörd med CLAAS + 2 st containertraktorer 60 råton/ha**



### **Skördecostnad vid varierande tillväxt. Skörd 90 dagar/år.**

	Skörd	Fälttrp 100	Vidaretrp	Flyttkost	Conthyra12	Kr/råton
40 råton/ha	33.83	28.63	26.51	3.59	1.04	93.6
60 råton/ha	27.39	23.18	26.51	2.39	1.04	80.51
80 råton/ha	26.75	22.64	26.51	1.8	1.04	78.74

### **Skördecostnad vid varierande tillväxt 90 dag/år**



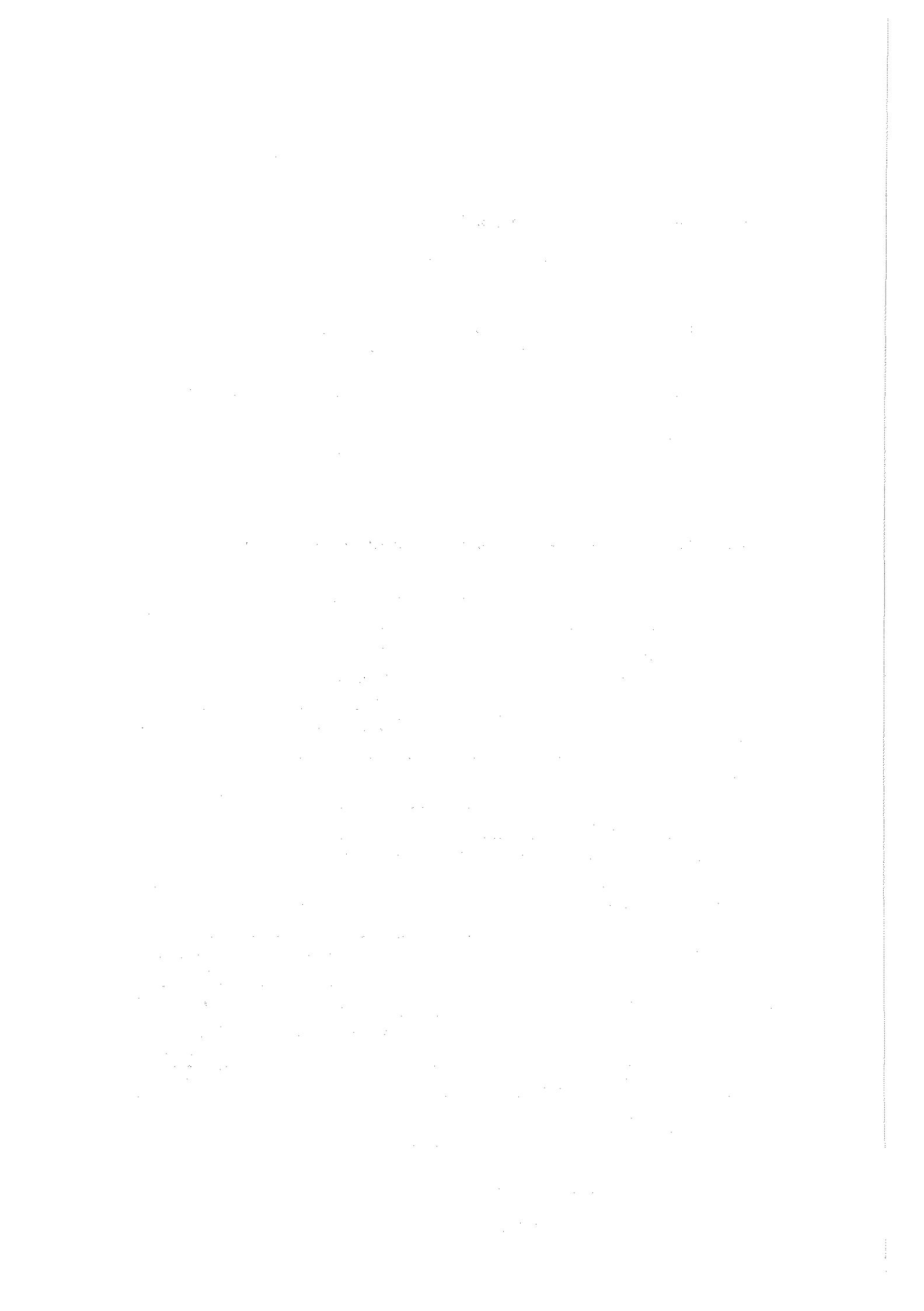
**Bilaga 2****Tekniska data över skördare som omfattas av fältstudierna**

	<b>Austoft 7700</b>	<b>Bender 85 kW</b>	<b>Claas Jaguar</b>
Maskinvikt ton	12,5	7,0	9,0
Motoreffekt kW	176	85	257
Däck dim. fram	stålband	16,9/14-28	23,1-26 12 pr
D:o bakhjul		D:o	500/60-22,5
Ringtryck/marktryck kPa	47	140	100/170
Bogserad vagn tom ton	-	2,7	
D:o, volym m <sup>3</sup>	-	9	19
D:o, lassvikt ton	-	3,0	6,3

**Sammanställning över energiskogsskördare, internationell översikt**

Maskin	Ursprungsland	Maskin-kategori	Försöksmaskin/ marknadsförd	Skördekapacitet
Austoft 7700	Australien	1	Marknadsförd	13 ton ts/h
Bender, flis Bender, bunt	Sverige	1	Försöksmaskin	7,0 ton ts/h
	Sverige	3	Försöksmaskin	Saknas
Claas-Jaguar 695 SL	Tyskland	1	Marknadsförd	20 ton ts/h
Danasalix	Danmark	2	Försöksmaskin	Uppgift saknas
ESM 901	Sverige	2	Försöksmaskin	8,4 ton ts/h
Fröbbesta-skördaren	Sverige	2	Försöksmaskin	8,4 ton ts/h
Gardini Bioharvester	Italien	1	Försöksmaskin	1,51 ton ts/h
Hosjöhacken	Sverige	1	Försöksmaskin	Projektet avslutat
Loughry	Storbritannien	3	Försöksmaskin	1,5 ton ts/h
Munich	Tyskland	1	Försöksmaskin	Uppgift saknas
Nicholson	Storbritannien	3	Marknadsförd	0,17 ha
Segerslått Empire 2000	Sverige	2	Försöksmaskin	13 ton ts/h

Maskinkategori:    1. Skörd - sönderdelning  
                        2. Skörd - helskott  
                        3. Skörd - buntning



## Aktuella JTI-rapporter

Nedan listas de rapporter JTI har gett ut under de senaste fyra åren. Vill Du ha en fullständig förteckning över samtliga JTI-rapporter, ring JTI, 018-30 33 00. Den fullständiga listan får Du givetvis gratis.

### 1991

- 126 Matt-teknik för vallfoder. Torkningsstudier i klimatkammare. M Sundberg & O Lundvall
- 127 Foderstyrningslaboratoriet i lösdriftsladugården på Kungsängens försöksgård. E Nilsson & C Ekfält
- 128 Studie rörande begränsning av ammoniakavgång från flytgödselbehållare. L Svensson
- 129 Mekanisk och kemisk ogräsbekämpning i nyanlagda salixodlingar. B Danfors
- 130 Fiberfriläggning av orötad icke stråorienterad linhalm. M Schölin
- 131 Kompostering av parkavfall. L Bengtsson, S Fergedal
- 132 Metod för teknikvärdering: Utrustning för stallgödselspridning. Karaktärisering av stallgödsel - Provningsmetoder för spridare. J Malgeryd, C Wetterberg
- 133 Skördetröskning med reparbord. Jämförande försök år 1990. G Lundin
- 134 Mekanisk avvattnning av vallfoder. En litteraturöversikt. M Sundberg
- 135 Ensilering av helärtsgröda - Skörd, konservering, foderberedning, produktionskostnader. A Thylén
- 136 Uppbyggnad av ett mätsystem för kartläggning av ströspänningar i djurställar. A Browén
- 137 Biogas från lantbruket - En utredning om kunskap och forskningsbehov. L Thyselius, R Andersson, A Granstedt, W Johansson, R Jönsson, B Mathisen, L Mattsson, L Salomonsson
- 138 Lufttät lagring av fuktig foderspannmål i storsäck. Försök på tre gårdar i norra Uppland 1988-90. C Jonsson, N Ekström, S Lindgren

### 1992

- 139 Spridning av flytgödsel i stråsäd. L Rodhe, E Salomon
- 140 Konkurrenskraften hos olika alternativa metoder för vallskörd och utfodring. A Thylén, H Wiktorsson
- 141 Beräkningsmodell för avverkning och arbetsbehov vid plöjning. B Jonsson
- 142 Konstgödselns fysikaliska egenskaper - Mätningar vid fyllning av konstgödselspridare. G Lundin
- 143 Transport av flytgödsel i rörledning. U Iwars
- 144 Mät- och reglersystem vid spridning av flytgödsel. J Malgeryd
- 145 Ströspänningar i djurställar. S Johansson
- 146 Konkurrens om grovfoder i lösdrift - En studie av beteende och konsumtion hos mjölkkor. J Olofsson
- 147 Alternativ slamanvärdning. Studie i Uppsala kommun. M Dalemo, A Lindberg
- 148 Förstudie över teknik för precisionssådd av spannmål. M Andersson
- 149 Skonsam bearbetning. En litteraturstudie över såbäddsberedning med redskap med rullande bearbetningsverktyg. M Andersson
- 150 Teknikutvärdering av energiskogsskördare. Tekniskt/ekonomiskt utvärderingsprogram av skördetechnik för energiskog. B Danfors, B Nordén

### 1993

- 151 Lufttät lagring av spannmål - en litteraturstudie. O Thomsson, N Ekström
- 152 Försök med lufttät lagring av fuktig foderspannmål åren 1980/81-1986/87. N Ekström, S Lindgren
- 153 Arbetsförbrukning vid olika system för mjölkproduktion. B Jonsson
- 154 Informationsergonomi i skogs- och jordbruksmaskiner. M Zylberstein
- 155 Småskalig framställning av rapsmetylester. O Norén, G Hadders, S Johansson, L Lindström
- 156 Gasväxling i ensilade rundbalar till följd av variationer i atmosfärtryck och temperatur. A Thylén



- 157 Konvertering av fast- och kletgödsel till flytgödsel. S Karlsson, L Svensson  
 158 Analys av nya maskinsystem för minskning av jordpackning och markstrukturproblem. E IIskog, B Danfors  
 159 Utfodringssystem för slaktsvin med blandning av foder och vätska på boxnivå. K Andersson, A Thylén, K Larsson  
 160 Storsklig hantering av stråbränslen från jordbruket. G Hadders, D Nilsson  
 161 Energigrödor för biogas - Effekter på odlingssystem. W Johansson, L Mattsson, L Thyselius, B Wallgren  
 162 Biogas ur vallgrödor. Teknik och ekonomi vid storsklig biogasframställning. M Dalemo, M Edström, L Thyselius, L Brolin  
 163 Praktisk systemstudie över användning av rapsolja som bränsle i elsbettmotorer. O Norén  
 164 Skörd och torkning av spänadslinhalm. Användning av teknik från hö- och spannmålsproduktion. S Ihrén  
 165 Kostnadsberäkningar för produktion av kortfiber från lin. H Rosenqvist  
 166 Stallgödselns fysikaliska egenskaper - mätmetoder, - betydelse vid provning av gödselspridare. J Malgeryd, C Wetterberg, L Rodhe  
 167 Lantbrukets möjligheter att omfördela elenergiuttaget. S Johansson  
 168 Användning av snittaggregat och hack vid pressning av torrt strå i storbalar. En orientering. G Hadders  
 169 Torkningsförlopp för vallväxter i tunna skikt. M Sundberg  
 170 Beräkningsmodell för avverkning, arbetsbehov och körrsträckor vid stallgödselspridning. B Jonsson  
 171 Produktionsteknik i Sverige och EG. En jämförelse gällande spannmål, mjölk och svin. M Sahlberg

#### **1994**

- 172 Ammoniakavgång vid spridning av flytgödsel. Grundläggande studier i klimatkammare och fält. L Svensson  
 173 Utvärdering av karakteriseringssmetoder för stallgödsel. P Malm  
 174 Klimatmätningar i hyttsimulator. Åtgärder för att förbättra den termiska miljön i fordonshytter. M Bohm, I Holmér, H Nilsson, O Norén  
 175 Hanteringen inverkan på konstgödselns fysikaliska egenskaper. S Flodén  
 176 Vindpåverkan vid konstgödselspridning. L Thylén  
 177 Inställning av giva vid spridning av konstgödsel. L Thylén  
 178 Analysmetoder för konstgödselns fysikaliska egenskaper. S Flodén  
 179 Utveckling av ny teknik för spridning av flytgödsel i vårbruk. H Oostra  
 180 Substitut för flytgödsel och modifiering av flytgödsel vid provning av spridare. P Malm  
 181 Fortsatt teknikutvärdering av energiskogsskördare. Vintern 1992/93. B Danfors  
 182 Nya såmaskiner för reducerad bearbetning. J Lidström, L Olsson  
 183 Resursbevarande odling med marktäckning och grund inbrukning av växtmaterial. B. Danfors, H Linnér  
 184 Forskning rörande utfodringsrutiner och kornas beteende vid löstdriftslaboratoriet på Kungsängens försökgård. J Olofsson, H Wiktorsson  
 185 Höskördesystem med vallfodermattor - utformning och kostnader. A Thylén, M Sundberg  
 186 Föreändringar under skördeperioden av bränsleegenskaperna hos halm. G Hadders  
 187 Hantering och förädling av matpotatis från odling till butik. - Kostnader för olika hanteringssystem. J Orrenius  
 188 Sortering av potatis. N Bengtsson  
 189 Kostnadssänkande åtgärder inom spannmålsproduktionen. J Petersson  
 190 Kostnader för hantering av torrt strå i storbal. S Flodén  
 191 Erfarenheter kring vårskördad rörflen. G Hadders  
 192 Spill vid vårskördad rörflen. G Hadders  
 193 Andningsskydd - erfarenheter av praktisk användning. S Ihrén

#### **PRENUMERATION PÅ JTI-RAPPORTER**

I serien JTI-rapporter utkommer som regel ca 20 nummer per år. Avgiften för prenumeration är för tillfället 380 kr.

Prenumerationen beställs på telefon 018 - 30 33 00.



Distribution  
Jordbruks-tekniska institutets expedition  
Box 7033  
750 07 UPPSALA  
Tel 018 - 30 33 00  
Telefax 018 - 30 09 56  
Postgiro 29 74 00-4  
Bankgiro 171-8246

Nr 194

## **Logistik vid direktskörd av Salix**

**Den totala arealen Salix i Sverige var den 1 juli 1994 11 000 ha.  
Den ökande arealen salixodlingar gör att kraven på rationella  
system för skörd och vidarehantering blir allt starkare.**

**Syftet med den presenterade studien är att beskriva hur logistiken vid direktskörd av Salix kan utvecklas. Med hjälp av det framtagna analysprogrammet har kalkyler sammanstälts för några hanterings- och transportsystem från skörd till leverans vid central värmeanläggning.**

**Skördesystemen för Salix kommer att på många gårdar medföra helt nya krav på organisation och kapaciteter vad gäller transporter och transportvägar. Planeringen för detta måste finnas med från början, dvs. redan före planteringen. De arbetsstudier som genomförts visar klart att logistiken, organisationen av skörd och transporter, är av utomordentligt stor betydelse för det ekonomiska resultatet.**

**Med hjälp av det här presenterade analysprogrammet är det möjligt att ta fram kalkyler för olika kombinationer av skörde-maskiner, transportfordon m.m. för att jämföra olika system under olika förhållanden.**