

# ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 722 2010



## Rätt begrepp

Torbjörn Brunberg

Ämnesord: Begreppsdefinitioner, tidsbegrepp, tidsstudier.

## **SKOGFORSK**

### **– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut**

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

## **FORSKNING OCH UTVECKLING**

### **Två forskningsområden:**

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

## **UPPDRAG**

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

## **KUNSKAPSFÖRMEDLING**

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

---

ISSN 1404-305X

# Innehåll

Sammanfattning .....	3
Bakgrund .....	3
Mål .....	3
Omvärld .....	4
Arbetsområden.....	4
Manuella studier .....	4
Automatisk datainsamling .....	5
Driftsuppföljning .....	5
Simulatorstudier .....	5
Litteratur.....	5
Bilaga 1 The harvester computer as a data source .....	7
1. Introduction .....	10
2. Forest work study review .....	11
3. Work phase division to support utilisation of process data .....	14
3.1 Time consumption phases .....	14
3.2 Machine operation and working techniques .....	15
3.3 Property data .....	16
3.4 Fuel consumption .....	16
3.5 Geographical information.....	16
4. Conclusions .....	17
References.....	20
Bilaga 2 The harvester computer as a data source .....	23
Annex 1 Hierarchical structure of the work phase division .....	25
Annex 2 Definition of concepts and work phase division.....	29



## Sammanfattning

Tidsbegrepp för olika arbeten utgör en viktig grund då data skall samlas in. Insamlingen kan dock numera göras på flera olika sätt och här görs skillnad på manuella och automatiska studier.

Manuella studier har lång tradition och görs i dagsläget med datasamlare. Skogforsk har ett modernt system som för att öka tillgängligheten numera beskrivs i manualer på svenska och engelska. Maskinernas arbete kan även beskrivas med driftsuppföljning vars Stanfordstandard återges i manualer. De automatiserade uppgifter som f.n. saknas är detaljerad information per arbetsmoment. Sedan 1 år tillbaka pågår dock arbete med att standardisera även dessa uppgifter i Stanford 2010.

Som ett komplement till instruktörernas information om bättre arbetsätt har även ett arbete satts igång för att med hjälp av en simulator dokumentera bättre arbetsmetodik vid olika maskinarbeten.

## Bakgrund

Produktivitetsforskning, med fokus på produktionssamband, angreppssätt i andra branscher rörande t.ex. nyckeltal och affärsformer samt effektivare implementering av nya tekniker, metoder och system, kan förväntas resultera i en snabbare produktivitet utveckling och därmed snabbare kostnadsänkningar. Som ett första steg i denna riktning föreslås här en uppdatering av begreppen för skogliga arbetsoperationer, definitioner av tidsbegrepp och övrig nomenklatur för driftsuppföljning och studier.

Enhetliga, väldefinierade tidsbegrepp och beskrivande prestationspåverkande faktorer är förutsättningar för rättvisande jämförelser av produktiviteten i olika arbetsoperationer och mellan maskinsystem etc. Dessa begrepp är också av avgörande betydelse för utveckling och användning av olika standarder.

Tekniken har utvecklats så att det nu finns helt andra möjligheter till dels mer detaljerade studier med ADI direkt från maskinens dator, dels mer omfattande driftsuppföljning genom standardiserade drf-filer. Maskinerna har utvecklats, förfinats och förändrats, vilket har inneburit att t o m arbetsuppgiften delvis förändrats. Sammantaget innebär detta ett behov av en uppdatering av begrepp för tid och arbete samt analysmetoder för olika datamaterial med olika upplösning. Detta förväntas leda till effektivare FoU med större möjligheter till direkta jämförelser mellan forskningen i t.ex. Sverige och Finland.

## Mål

- Att modernisera nomenklatur och begrepp så att de väl motsvarar kraven för dagens och morgondagens maskinsystem och studier av dessa.
- Att anvisa en palett av studiemetodik, uppdaterad och anpassad till dagens möjligheter vad gäller t.ex. upplösningnivå.

På sikt används sedan denna kunskap till att identifiera och kvantifiera potentiella effektiviseringsmöjligheter inom befintlig teknik genom smartare tekniska lösningar och förbättrade metoder. Detta möjliggör prioritering av FoU inom ett bredare område på och utanför Skogforsk samt bättre möjligheter till direkta jämförelser och synergier med studier gjorda t.ex. i Finland.

## Omvärld

Befintlig studieteknik i Sverige är välkänd medan förhållandena inom övriga samhällssektorer samt andra länder är mera okända. Inledningsvis tillfrågades därför andra aktörer om deras sätt att följa olika maskinarbeten. I Sverige verkar dock detaljerad uppföljning inte förekomma varken inom entreprenadbranschen eller jordbruket. Inte heller de större företagen tycks följa upp entreprenadmaskinerna. Orsaken till detta förhållande är troligen att jordbruket består av ett antal små företag som inte har några stora behov av studier eller uppföljning. För de större företagen gäller att de köper tjänster av entreprenörer som ogärna låter uppdragsgivaren få kännedom om sin verksamhet

Drivning av skog förekommer även i andra länder som t.ex. Finland. I mångt och mycket liknar det vårt skogsbruk och arbetet görs med liknande maskinutrustning. Utbyte med organisationer i vårt grannland visar att man även bedriver studier och uppföljning på ett likartat sätt. Även om tidsstudieutrustningen är av annat fabrikat så är sättet att samla in och bearbeta data likartat. Även driftsuppföljningen görs på samma sätt genom att datastrukturen är definierad via Stanford. Denna gemensamma standard kommer att inverka ännu mer på det framtida sättet att samla data.

## Arbetsområden

Vid kartläggningen av olika typer av studiemetodik indelades området i fyra bitar och dessa var manuella studier, automatisk datainsamling, driftsuppföljning och simulatorstudier. Manuella studier omfattas av som namnet antyder manuella studier i fält. Vid automatisk datainsamling tas hjälp av maskinernas tekniska system för att samla data. Detsamma gäller för driftsuppföljningen. Vid simulatorstudier slutligen görs datainsamlingen av en virtuell maskin.

### MANUELLA STUDIER

Skogforsk har lång tradition från att göra studier av olika maskinarbeten. Ursprungligen gjordes detta med en mekanisk klocka och tiderna skrevs med penna på papper. Sedan början av 80 – talet registreras dock tiderna i en elektronisk datasamlare, vilken möjliggör direkt överföring av data till datorer. De tidsstudieprogram som används har inga fixerade momenttider utan dessa definieras utifrån studiernas syften och vilken maskintyp som skall studeras. Skogforsk har sedan några år tillbaka en helt ny studieutrustning i form av en Allegro datasamlare och därtill ett nygammalt tidsstudieprogram. Genom projektets försorg finns nu också manualer på svenska och engelska som beskriver tekniken, tidsstudieprogrammet och interaktionen med mottagande datorer. Förutsättningarna för en användare att ta till sig metodiken både i Sverige och utomlands är därför numera goda.

## **AUTOMATISK DATAINSAMLING**

Som namnet antyder är det en teknik som bygger på att data samlas in automatiskt i maskinerna. ADI arbetar till skillnad mot de manuella studierna med fixa moment för tidsåtgången och de första studierna som gjordes i början på 1990- talet krävde specialsydda program för att registrera data i speciella datasamlare. Tekniken fungerade och resulterade i att den blev en del av maskinernas datorutrustning hos John Deere:s skördare. Förutom att samla data gör systemet även vissa bearbetningar och presentationer. John Deere är dock ensamma om att utnyttja ADI, men intresse finns hos övriga tillverkare att införa sättet att samla data. Redan i dag finns en grov tidsuppföljning i Stanford. Denna är dock tänkt att förfinas ännu mer i den nya standarden. Det fortsatta arbetet kommer att fokusera på att definiera de olika moment som maskinarbetet skall delas upp i och som ett underlag har ett finskt förslag till definitioner översatts till engelska. Dessutom pågår ett finskt doktorsarbete inom området på finska Metla som kommer att vara klart under 2009. Målet med ADI – standarden är att få in denna i det nya Stanford som skall färdigställas under 2010.

## **DRIFTSUPPFÖLJNING**

Driftsuppföljning av maskinella arbeten har gjorts under lång tid tillbaka. Det är dock först under de senaste åren som det görs integrerat med datafångsten i maskinerna. Standarden för detta är definierad i Stanford där en detaljerad beskrivning görs av de olika tidsmomenten. Beskrivningen finns dokumenterad på både svenska och engelska. Systemet har använts av maskintillverkarna några år och f.n. görs ansträngningar att utforma applikationsprogram för att ta hand om data.

## **SIMULATORSTUDIER**

En av maskinsimulatorernas fördelar är att samma bestånd kan avverkas flera gånger med olika förare och arbetsmetoder. Ett arbete har därför satts igång där en förare skall avverka enligt några olika metoder av vilken den ena förväntas ge ett bättre utfall. Maskinarbetet i simulatorn registreras digitalt och skall kunna visas för andra förare i instruktionssyfte. Preliminärt görs filmningen i simulatorn under vintern 2009 – 2010.

## **Litteratur**

- Arlinger, J. & m.fl. 2006. Tidsbegrepp vid driftsuppföljning i maskindator. Skogforsk. Stencil. 2006-06-06.
- Arlinger, J. & m.fl. 2006. Operational monitoring of forest machines under working condition. Skogforsk. 2006-06-06.
- Hofsten von, H. 2008. Användarhjälp för SDI Skogforsk datainsamling. Skogforsk. Arbetsrapport. 2008-04-02.
- Hofsten von, H. 2008. User's Guide for SDI Skogforsk Data Information Collection. Skogforsk. 2008-09-08.





# **The harvester computer as a data source**

---

*Arto Kariniemi and Tomi Vartiamaäki*

---

Metsätehon raportti 201.

17.12..2007

ISSN 1459-773X (Painettu)

ISSN 1796-2374 (Verkojulkaisu)

© Metsäteho Oy

Helsinki 2007



# Contents

Bilagor The harvester computer as a data source.....	7
1. Introduction.....	10
2. Forest work study review.....	11
3. Work phase division to support utilisation of process data.....	14
3.1 Time consumption phases .....	14
3.2 Machine operation and working techniques .....	15
3.3 Property data.....	16
3.4 Fuel consumption.....	16
3.5 Geographical information.....	16
4. Conclusions.....	17
References .....	20
Annex 1 The harvester computer as a data source .....	23
Annex 1 Hierarchical structure of the work phase division.....	25
Annex 2 Definition of concepts and work phase division.....	29

# 1. Introduction

Forest work studies continue to provide information that is vital for the future development of forest machines and forest machine operations. This essential data, traditionally collected by the work study analyst, will in future be obtainable direct from the forest machine's on-board computer system. In addition, more detailed information than is currently available could also be cost-effectively produced to better meet study requirements. This process data could be used to reliably determine, for example, the operator's impact on study results or the significance of different machine and equipment times.

Metsäteho project "*Developing a forest machine computer system based time study method*" defines the framework for a time study method for mechanized timber harvesting in which the source data is produced by the forest machine's computer system. Study data sourced from a harvester computer system in this way provides the work study analyst with a detailed picture of, for example, site conditions, factors affecting harvesting work and the operator's working techniques and methods.

The report's definition of concepts is supported by research material collected in June 2004 on Ponsse, Timberjack and Valmet harvesters and discussions with the participating machine manufacturers. The material was based on data from some 200 stems per machine. In addition to the process data, a traditional log-specific time study was performed by a work study analyst and the cutting operation was videoed. The drawn up process work phase division was also jointly evaluated with researchers at the Faculty of Forestry of the University of Joensuu and the Finnish Forest Research Institute's Joensuu Research Unit.

The work phase division is defined so that it is not limited by the technique used to produce the study data. The main objective is that the time consumption data measures precisely the same work procedure irrespective of the chosen data acquisition technique or brand of forest machine. The process data produced by the harvester computer system either corresponds directly to defined work phases or provides the basis for clarifying the work phases in question. Conventional collection of study data by a work study analyst must also be made possible. The work phase division applies directly to the forest work, not the harvesting technology used.

The StanForD (Standard for Forest Data and Communication) time monitoring phase division (Figure 1) was taken into account in the definition of the work phases and their sub-phases. The work phase division defined in this report includes operating time, but focuses on effective working time and its structure. The work phases are divided into sub-phases smaller than those specified in the StanForD. The hierarchical structure of the work phase division is presented in Appendix 1 and the concepts used in Appendix 2.

Whereas this report presents a number of solutions, several questions still remain unresolved. The report serves as a record of the work carried out by Metsäteho and, in particular, as an introduction to the approach upon which the definition is based. The final time study method definition must be more detailed and the prevailing core questions must be resolved. Investigation into the possibilities of the process data is ongoing at the Joensuu Research Unit of the Finnish Forest Research Institute. The work phase definition is part of a

doctoral thesis by Yrjö Nuutinen and is carried out in cooperation with Metsäteho.

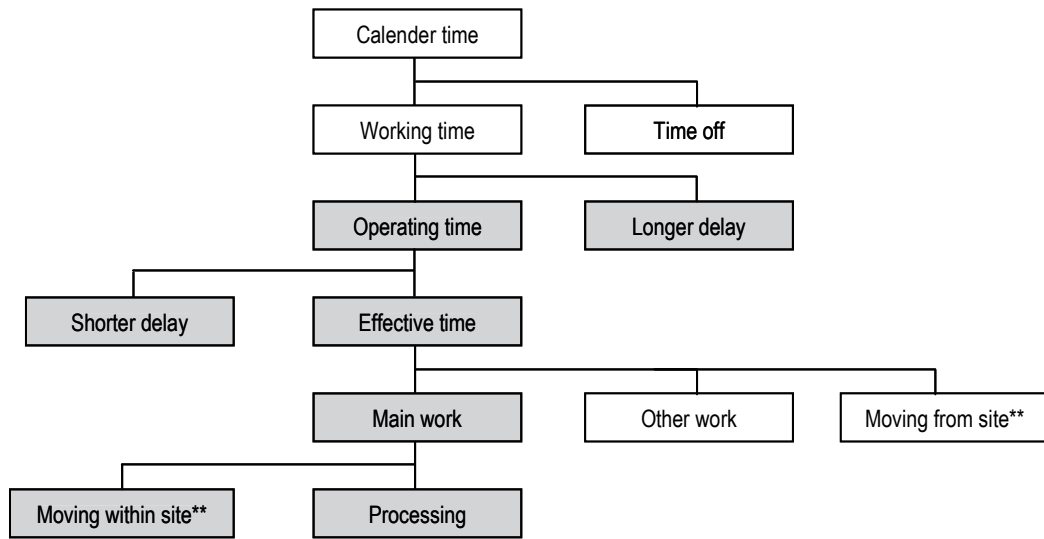


Figure 1. StanForD based time monitoring phase division. The area included in the detailed definition presented in this report is shaded. \*\*Logging site.

## 2. Forest work study review

The comprehensive time studies of mechanized felling and forest haulage carried out in the 1980s and 90s have contributed significantly to the structures and operations models employed to achieve the level of wood procurement efficiency that the forest industry benefits from today. A significant contribution was also made by the man-hour studies carried out in the 1960s and 70s. Mechanisation-based development of rationalisation has also been successful (Figure 2).

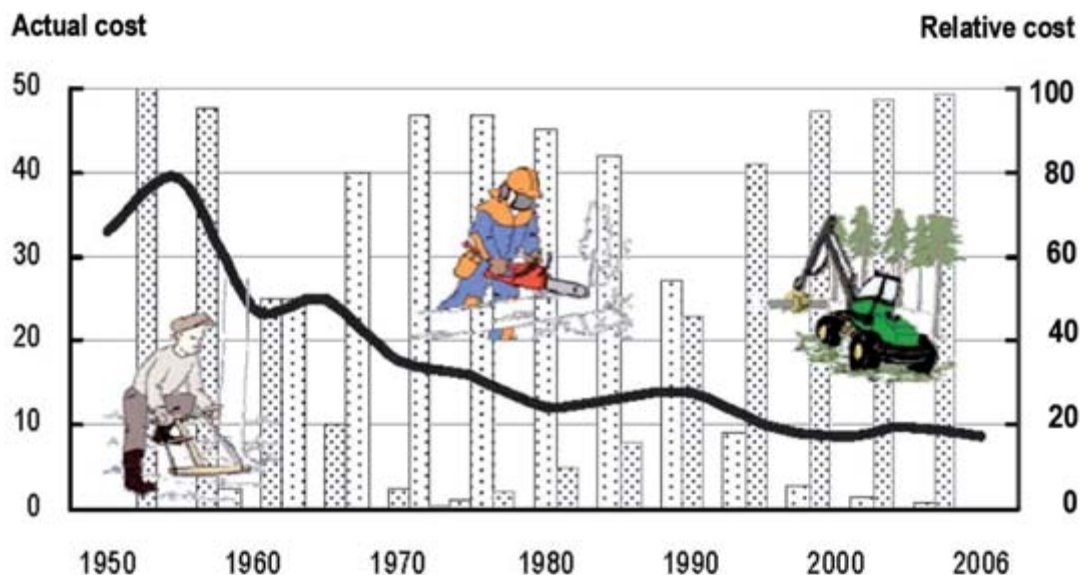


Figure 2. Per unit cost development of timber harvesting (wholesale price index 2006=100) as a function of mechanization.

The harvester computer system can be used to provide comprehensive data for all operating conditions, such as night work or snowy conditions. The operator's influence on results can be better managed through improved understanding of work sub-phases and work components. Comparison of different working techniques and methods is also improved. Collection of log-specific time consumption data provides additional information about the time consumption ratios of different timber assortments. By monitoring fuel consumption, more fuel-economic working methods and techniques can be emphasised.

Machine-specific productivity data is of ongoing benefit to resource management and work scheduling, as well as to the contractors' work planning. Phase-specific productivity data is not required for operational control purposes.

Average data for different operating condition categories is needed in the development of payment criteria and, in the evaluation of profitability, annual total time on site and timber volume data is needed. Work studies continue to provide data on effective working times for machine types and work methods that are already in widespread use, because comparative data is needed for trials of new techniques and technology.

The cost-efficient forest work study toolbox of the future will contain: forest machine simulators, process data based study material and simulation assisted productivity studies. These, in turn, present a positive challenge to the forest work analyst: with such excellent tools at their disposal, high quality and currently relevant results must be produced. The future challenges are considerable; for instance, the availability of labour, harvesting in soft terrain, energy wood harvesting and developing and identifying appropriate special machine technologies. In addition to real-time study tools, a multi-targeted and, increasingly, multidisciplinary study approach are also needed.

The new study technique supports the broadening of the scope of practical forest work research. Time/output studies provide a basis for the development of productivity, work guidance and operator training (Figure 3), and the sector definition can also be modernised. Current areas of application of study results include work guidance of professional operators, planning of operator training and raising appreciation of the work of the forest machine operator.

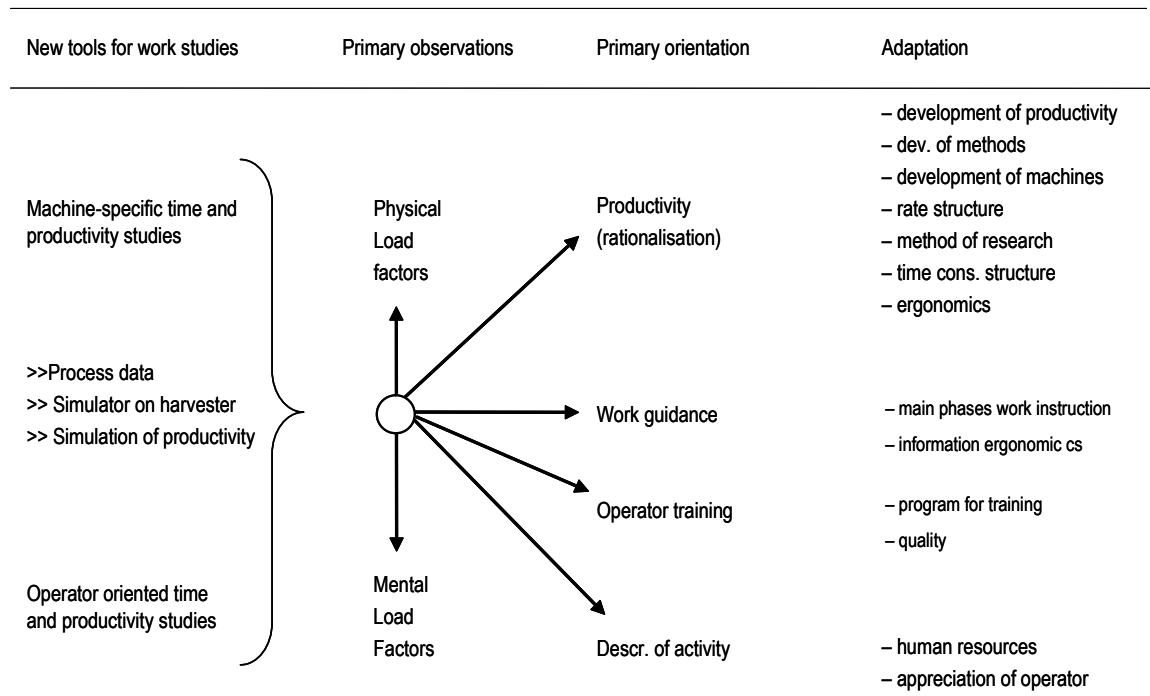


Figure 3. Scope of application of time/output study results.

Experienced workers are a source of valuable information about efficient working methods. The skills of low performance level operators must be developed so that the range of operational performance levels among professional operators' is narrowed (Figure 4). The average performance level must be developed to correspond to general norms regarding the strenuousness and health effects of the work.

Factors related to work quality, cognitive and planning demands of the work and the wellbeing of the forest worker are integral aspects of modern work studies.

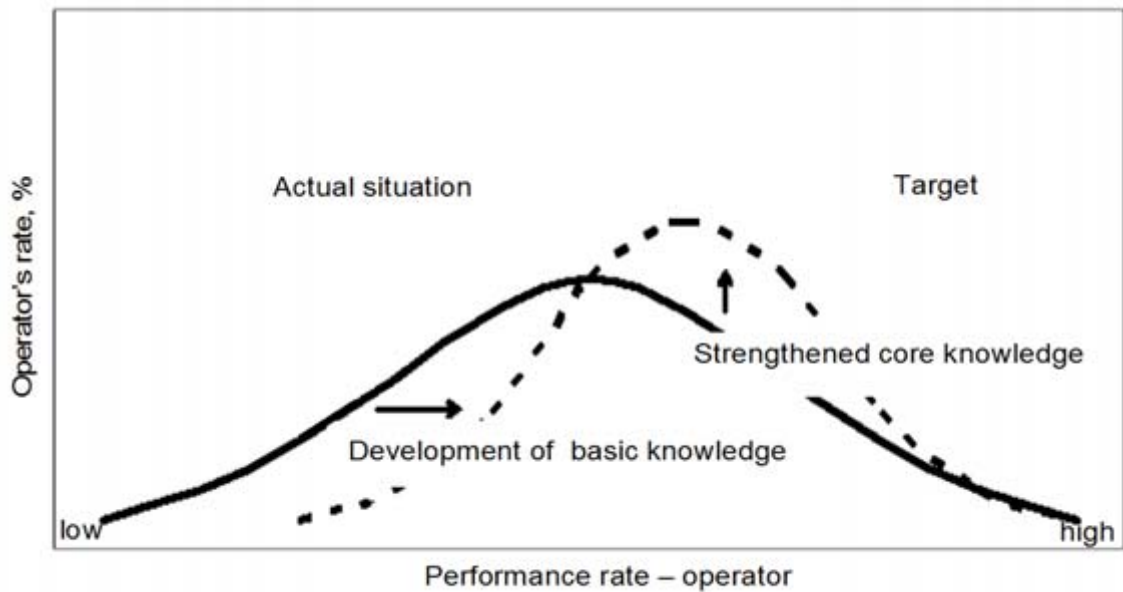


Figure 4.  
Operator performance – development target.

### 3. Work phase division to support utilisation of process data

#### 3.1 TIME CONSUMPTION PHASES

The study data provided by the harvester computer system includes the total time consumption of the mechanized felling operation, its structural breakdown and its output. Data is produced at minimum for the run time of the forest machine, and is recorded for each specified work phase to at least one-second accuracy.

The process data does not measure all work carried out by the operator. For example, the cognition and planning that takes place alongside the machine work as well as non-machine work related tasks cannot be directly measured. These can be estimated, if desired, indirectly using well-grounded indicator variables. The definition has been made so that, if necessary, study data can be acquired for as specific a work phase classification as possible, while also enabling data to be produced in practice at the main work phase level in order to support, for example, operational guidance or machine contractor management.

Tree processing is divided into the following three main phases:

- moving and positioning to cut
- felling
- processing

The processing time for each individual tree is the sum of the main work phases carried out for it in order to process it. Each main work phase is divided into work phases which are in turn further divided into sub-phases. In



addition, work components consisting of functions that are performed during the main work phase and which are essential to the working process are also included in the main phase.

Each of the main work phases, work phases and sub-phases are separate time categories and do not overlap with other variables within the same level in the hierarchy. The lower level work phases collectively comprise a higher level phase.

The time data produced by the computer system is linked to the tree, stem or log for which it was created during processing. The tree-specific positioning-to-cut time is typically calculated by dividing the time in question by the total number of stems in the sample. It also is possible to divide the time by the number of stems at each working point, thus emphasising the direct effect of the working environment. Felling and stem processing times are directly tree- and stem-specific. In addition to the work phase times, a continuous running time is measured and recorded for felling and cross-cutting. This is used, for example, as the reference time for the work phase times.

If stem processing is interrupted, the work phases carried out up to that point and their time consumption is recorded for that stem. After the interruption, processing of a new stem (tree) begins. An interruption can result, for example, from processing an undersized tree or in a situation where only the felling of the tree is performed, and stem processing is carried out later. The data recorded for an interrupted tree includes, at minimum, stump height diameter plus, if possible, breast height diameter and volume.

### **3.2 MACHINE OPERATION AND WORKING TECHNIQUES**

In addition to work phase time data, the process data also contains information about the operation of the forest machine. The work components describe the different times of the mechanical operations. On the basis of these times, for example the operator's skill and the main automation functions can be evaluated. They also enable deeper analysis of study results. The work components can run temporally parallel and are determined for each separate main work phase. The work components consist, for example, of the relative operating time of the boom and its auxiliary movements and parallel operation during a given work phase.

### **3.3 PROPERTY DATA**

The following minimum stem-specific data is recorded:

- identification of the logging area
- identification of the stem
- species
- grades, measure/species
- stump diameter (0 m), cm
- top diameter, cm
- tree length, m

Correspondingly, the following minimum log-specific data is recorded:

- identification of the stem
- identification of the log
- assortment
- length, cm
- top scale, cm
- volume, dm<sup>3</sup>.

The APT and STM files specified in the StanForD should be included in the process data. If the stem properties data is derived directly from the STM file data, the data is attributed to the individual stem and assortment by means of pre-determined variables. The stem properties file contains all stem pieces cut, including reject pieces, for which there is no timber assortment data.

### **3.4 FUEL CONSUMPTION**

The APT and STM files specified in the StanForD should be included in the process data. If the stem properties data is derived directly from the STM file data, the data is attributed to the individual stem and assortment by means of pre-determined variables. The stem properties file contains all stem pieces cut, including reject pieces, for which there is no timber assortment data.

### **3.5 GEOGRAPHICAL INFORMATION**

Process data can also contain information on the location of forest machines and equipment. Mobile forest machines provide geographical information on a second-by-second basis. This data is used to determine the machine's distance of movement and working points. Geographical data is produced at least for the moving phase of the positioning-to-cut main work phase.

## 4. Conclusions

Differences in the data acquisition methods used by different forest machine brands present challenges in regard to producing data that is of the same content. In future reports, at least the size and location of these differences and their effect on study results must be determined. However, the primary objective must be the uniform classification of work phases and the allocation of these phases as uniformly as possible to the forest machine's different functions, thus achieving uniform measurement.

Deviation from the normal cutting procedure (Figure 5) is the primary target of process description development. Data acquisition errors due to possible deviations from the normal work sequence must be eliminated by ensuring that the recorded data for such deviations is assigned to the correct work phase. It is imperative that all times are recorded.

The recording and behaviour of time data in each of the deviations presented below and in other such deviations must be examined and taken into account in the development of the harvester computer system based time study method. Guidelines must be drawn up for procedures in the event that time data for work sequence deviations cannot be unequivocally acquired.

Table 1 presents a list of factors that may jeopardize "normal cutting sequence" based data acquisition.

Data on break times and other miscellaneous times is not directly obtainable from the on-board computer system.

The operator can enter in the data system a description for these times if the operator's work-time entries are to be included in the time study method. However, the content of these times can, if necessary, be clarified by means of separate studies, in which case they do not need to be determined via the process data.

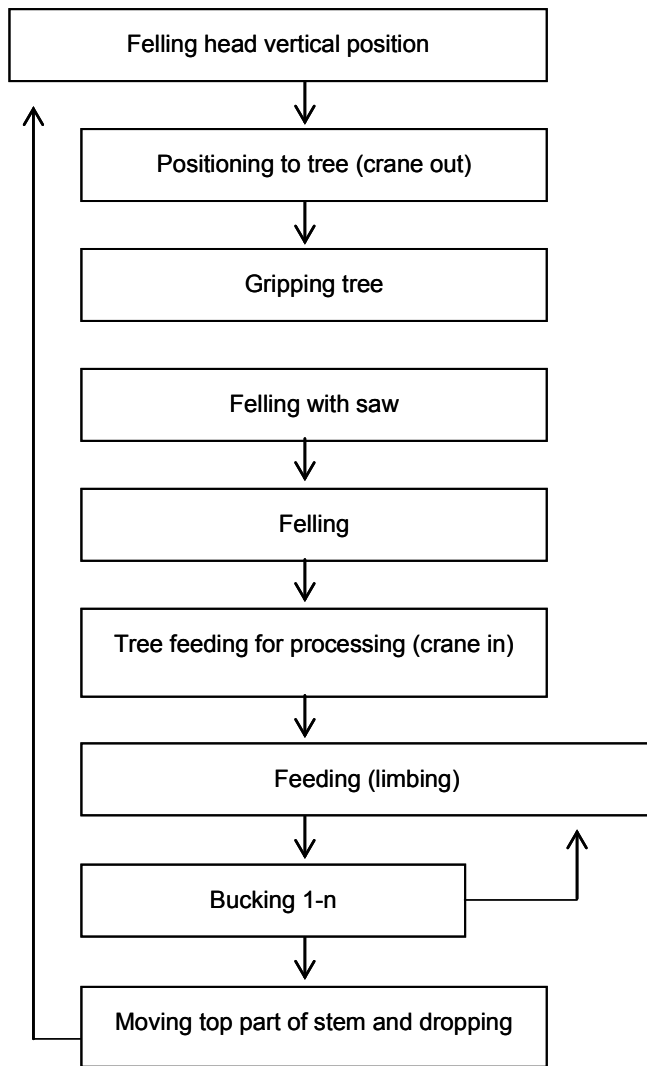


Figure 5.  
Ideal, undisturbed cutting sequence.

Table 1.  
Factors hindering the collection of process data during cutting.

<p><b>Access to tree</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cleaning in understorey <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gripping with felling unit and new gripping sideways, no sawing, harvester head in a default vertical position.</li> <li>– Pressure sideways with the harvester head.</li> <li>– Gripping and felling with saw.</li> </ul> </li> <li>• Earlier felled tree (not processed simultaneously or is felled manually) bucked/processed.</li> <li>• Bark fastened in the harvester head will be shaken off.</li> <li>• When the tree is processed, when the processing of the stem is finished (limbing) or when the felling unit is ready to take on the next tree; secure definition (bucking of the last log).</li> <li>• Positioning of harvester with head up and down to the tree before felling with saw.</li> </ul>
<p><b>Felling of tree</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repeated bucking after failed bucking or when one single bucking is not enough.</li> <li>• Several trees are bucked in sequence without processing between the bucking.</li> <li>• Stem-bucking in horizontal position before the feeding, failed felling with saw or other cause: short bucking at the butt end before feeding starts.</li> </ul>
<p><b>Processing of tree</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gathering stem parts during the hauling. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Earlier felled tree (but not processed simultaneously or is felled manually) processed.</li> <li>– The stem breaks at the felling; one log can be used and then e.g. one half a meters residual part and from the broken top part another approved log.</li> <li>– With double top of tree another "felling with saw" can be used.</li> <li>– The stem is fed somewhat, is fed back and a new bucking is made in a vertical position with felling. The processing continues in normal fashion.</li> </ul> </li> <li>• Cross-cut sawing. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Repeated bucking after failed bucking when one single bucking is not enough, potentially another bucking for adjustment.</li> <li>– The stem breaks at the felling and the last log is only fed through.</li> <li>– Feeding of the last stem-part that is too thin to be used.</li> <li>– Tree from understorey begins feeding inward but not in compliance with the requirement for diameter.</li> </ul> </li> <li>• Feeding <ul style="list-style-type: none"> <li>– The tree does not fall directly, is fed somewhat when it falls. Then the feeding of the tree continues.</li> <li>– The feeding of the tree is made by means of the crane without use of the feed rolls.</li> </ul> </li> </ul>

## References

- Ala-Fossi, A., Väätäinen, K. & Ovaskainen, H. (2004): Hakkuukonetyön työpiste ja sektorimenetelmätarkastelu ensiharvennuskohteilla.
- Arlinger, J., Bergek, S., Hult, L., Bengt, L.-S., Morenius, B. & Sondell, J. (2004): Operationall monitoring of forest machines under working condition. Version 2.1. Skogforsk.
- Cottell, P.L., Barth, L., Nelson, L., McMorland, B.A. & Scott, D.A. (1976): Performance variation among logging-machine operators: Felling with tree shears. Technical Report No. 4. Feric, Forest Engineering Research Institute of Canada.
- Haaralaa, R., Harstela, P., Mikkonen, E. & Mäkelä, J. (1984): Metsätyöntutkimus. Helsinki yliopiston metsäteknologian laitoksen tiedonantoja N:o 46.
- Harstela, P. (1971): Puunkorjuumenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset. Summary: The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. Folia Forestalia 131.
- Harstela, P. (1988): Principle of coparative time studies in mechanized forest work. Scandinavian Journal of Forest Engineering 7/1):51–61.
- Kahala, M. (1969): Tutkimus puutavaran valmistukseen vaikuttavista tekijöistä. Palkkaperustetutkimus. Summary: A study of the factors influencing the cutting of timber. Wage base study. Metsäteho. Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton metsätyöntutkimusosasto. Julkaisu no 44.
- Kariniemi, A. (2003): Hakkuukoneenkuljettaja tiedonkäsittelijänä. Metsätehon katsaus 1.
- Kariniemi, A. (2006): Kuljettajakeskeinen hakkuukonetyön malli – työn suorituksen kognitiivinen tarkastelu. Helsingin yliopiston Metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 38.
- Kariniemi, A. & Imponen, V. (2002): Metsätyöntutkimus remontin tarpeessa: Tuottavuuden tilastointi käytännön sovellutuksiin... tietotekniikan hyödyntämiseen perustuva tiedonkeruu metsäteknologisen T&K-työn ytimeksi; Metsäjärjestelmät tehokäyttöön, Metsätyöntutkimuksella näytön paikka. Metsäteho 1/02 toukokuu.
- Kuitto, J.-P., Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. (1994): Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Metsätehon tiedotus 410.
- Makkonen, O. (1954): Metsätöiden vertailevan aikatutkimuksen periaate. Summary: The principle of comparative time studies in forest work. Eripainos julkaisusta Acta forestalia fennica 61.
- Nurminen, T., Korpunen, H. & Uusitalo, J. (2006): Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system. Silva Fennica 40(2): 335–363.
- Nuutinen, Y. (2005): Työntekijän vaikutus aikatutkimuksen mittaustarkkuuteen hakkuukonesimulaattorihakkuussa. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. Metsä ja puuteknologian pro gradu.
- Nuutinen, Y. (2007): Metsäkoneen tietojärjestelmää hyödyntävän mittausmenetelmän soveltuvuus ja kehittäminen koneellisen puunkorjuun aikatutkimuksessa. Esitys Työelämän tutkimuspäivillä 8. - 9-11.2007. Tampereen yliopisto.

- Nuutinen, Y., Väätäinen, K., Heinonen, J., Asikainen, A. & Röser, D. (2007):  
The influence of researcher's experience on results of time studies for harvest operation shown via harvester simulator screen.
- Ovaskainen, H, Uusitalo, J. & Väätäinen K. (2004). Characteristics and significance of a harvester operators' working technique in thinnings. *International Journal of Forest Engineering*, VOL 15 NO. 2. s. 67–76.
- Peltola, A. (2003): It-time for Mechanized Forest Work Study. Teoksessa Iwarsson, M. & Baryd, B. (Eds.). *Arbetsrapport från Skogforsk NR 536 Maj StanForD – Listing of variables by category. Version 2004-10-26. Skog- forsk. 2003. 2<sup>nd</sup> Forest Engineering Conference. 12.–15-2003 Växjö. s. 107–112.*
- Siren, M. (1998): Hakkuukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen. Summary: One-grip harvester operation, it's silvicultural result and possibilities to predict tree damage. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 649.*
- Väätäinen, K., Ovaskainen, H., Ranta, P. & Ala-Fossi, A. (2005): Hakkuukoneenkuljettajan hiljaisen tiedon merkitys hakutulokseen työpistetasolla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 937.*





# The harvester computer as a data source

Arto Kariniemi and Tomi Vartiamaäki

Metsätehon raportti 201.

17.12.2007

ISSN 1459-773X (Painettu)

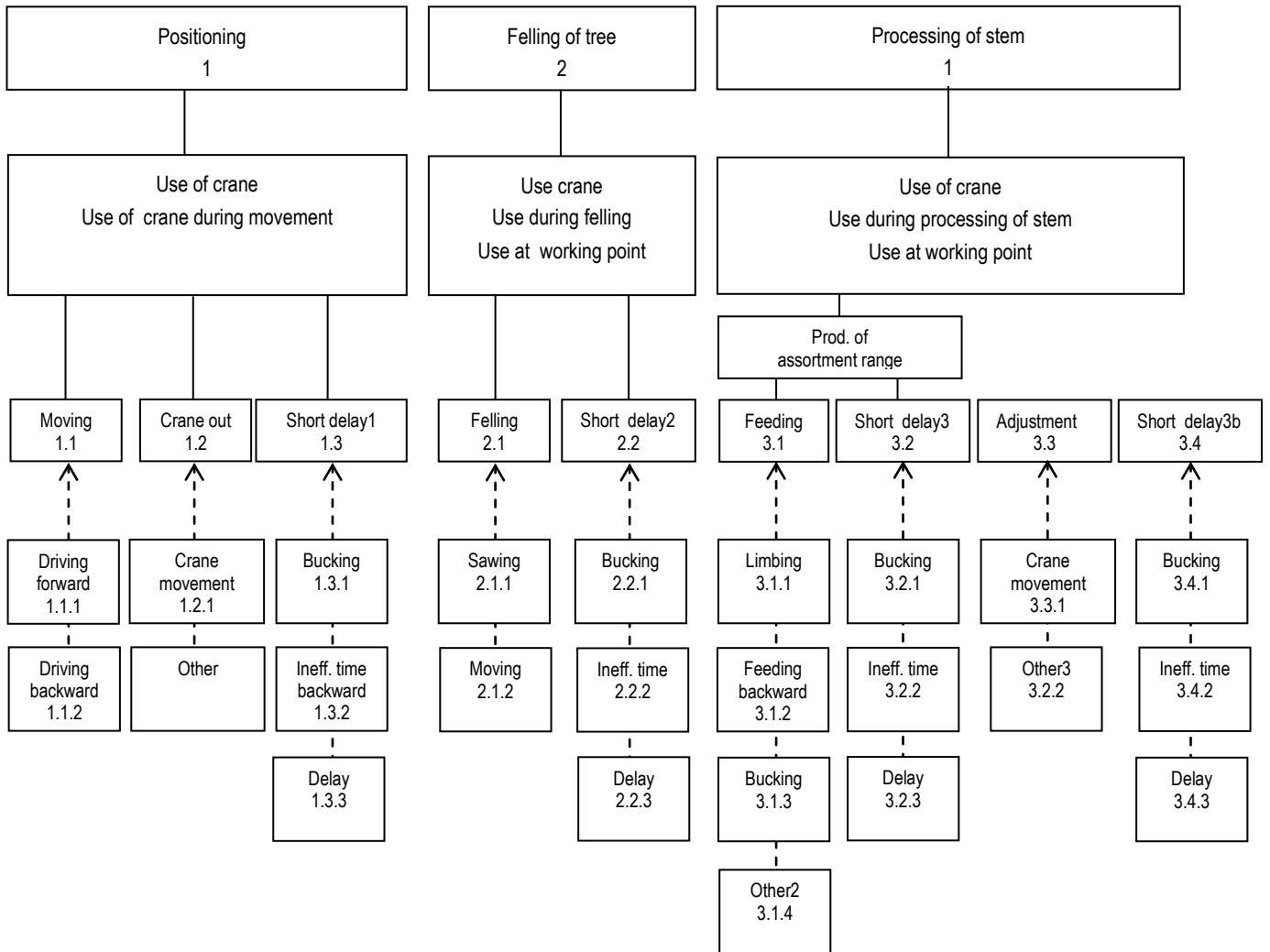
ISSN 1796-2374 (Verkkajulkaisu)

© Metsäteho Oy

Helsinki 2007



## Hierarchical structure of the work phase division





## Definition of concepts and work phase division

Primary work element	Work element	Divided work element	Definition
Working time is divided into primary work elements in relation to the logging operation $\sum$ primary work element 1-n =working time	Every primary work element is divided into work elements. $\sum$ work elements 1-n =primary work element	Work elements are divided into divided WE. $\sum$ divided work element 1-n =work element	
Positioning			Begins: Preceding processing stage is finished (the felling unit is ready for the next tree). Ends: Felling with saw begins.
	Movement		Begins: Machine starts to move and the felling unit is ready for the next tree. Ends: The machine stops. Time when the machine moves from one working point to another. Gripping the tree during movement; observation of time only during movement, the felling unit can also be extended during the movement.
		Driving forward	Times unit when the machine moves forward.
		Driving backwards	Times unit when the machine moves backwards.
	Crane out		Begins: The base machine is still, the crane or the felling unit is moving. Ends: Felling with saw begins. Time when the felling unit is extended to the butt end and is gripping the stem.
		Crane out	Time consumption for crane out+ felling unit to the stem.
		Other 1	Time for other measures outside of felling unit, e.g. cleaning or handling of disturbance. Arranging space. Time for clearing of such tree that is disturbing the process of planned trees. Can be made by means of sawing or pushing by the felling unit. Not including such small trees that has been discarded as an assortment. (stem feeded).
	Short delay1		Begins: activity ends. Ends: activity begins. Time, when the base machine, crane or felling unit are used for handling of trees. To the following working point and choice of hauling road, choice of tree and marking of standing tree, control of work environment and the machine and basic delays. Time: measures to clear barriers for other activities, e.g. disturbance of the functions of the felling unit and therefore occurrence of dropping tree.

## Definition of concepts and work phase division

Primary work element	Work element	Divided work element	Definition
		Short delay	Delay, shorter than three seconds.
		Ineffective time	Delay, longer than three seconds but shorter than 30 seconds.
		Delay	Delay, more than 30 seconds. The operator or the time study man may take notes.
Felling of tree			Begins: Felling with saw begins ( e.g. the guide bar is moving). Finish here: Feeding of stem begins.
	Felling		Beginning: Felling with saw begins . Finish: Feeding of stem begins. Time, when felling with saw is made with related preparation and the following tree is hauled to the conversion site. Including time for freeing unit from vegetation on the ground with movement to conversion site.
		Sawing	Time consumption, freeing from the ground. Begins with freeing from the ground and ends when the tree is freed.
		Movement	Time, when other measures than freeing is made. Begins when the tree is free and stops when the processing of the stem begins. Time consumption for crane extension during the felling and for the movement of the stem to the conversion site.
	Short delay 2		Begins: activity ends. Ends: activity starts. Time, when no functions is running on the base machine, crane or harvester unit during delays shorter than three seconds at felling of tree (primary work element). Can be a splitting. of a tree.
		Short delay	Delay, shorter than three seconds.
		Ineffective time	Delay, longer than three seconds but shorter than 30 seconds..
		Delay	Delay, longer than 30 seconds. The operator or the time study man may take notes.
Processing stem			Begins: feeding of stem starts. Ends: feeding of stem ends.
	Feeding		Begins: feeding of log begins. Ends: feeding of log finishes. Time, when the stem is fed through the harvester unit. Notes shall be taken regardless of feeding method (with crane or feed rolls) . Including pruning and marking for cross-cutting.

## Definition of concepts and work phase division

Primary work element	Work element	Divided work element	Definition
		Limbing	Time, when the stem is feeded forward and the top is getting closer.
		Stem backwards	Time, when the stem is feeded backwards and the but end is coming closer.
		Bucking	Time, when the logs are separated from the stem. If the log is not released, the bucking cont., production ends when the log is marked as ready.
		Other	Time, during other functions as feeding of stem or bucking. Can include raised piles, adjustment, piling, movement of logging residues and handling of disturbance factors. Begins: activity ends. Ends: activity starts.
	Shortdelay3		Time, when the base machine, crane or harvester unit is not working during processing- primary work element. Can include short delay, ineffective time and delay. The delay occurs during production of logs.
		Short delay	Delay, shorter than three seconds.
		Ineffective time	Delay, longer than three seconds but shorter than 30 seconds.
	Arrangement	Delay	Delay, longer than 30 seconds. The operator or the time study man may take notes. Begins: last log in processing, the stem ready. Ends: The processing of the stem ready and the felling unit is ready for the next tree.
		Piling	Time, when the stem is moved with crane or base machine to a suitable place for bucking.
		Other 3	Time, when ready logs are moved or inner sequence is changed in the pile..
	Short delayl 3b		Time, that ... Begins: activity ends. Ends: activity starts.
		Short delay	Delay, shorter than three seconds.
		Ineffective time	Delay, longer than three seconds but shorter than 30 seconds.
		Delay	Delay, longer than 30 seconds. The operator or the time study man may take notes.

## Annex 2

### Definition of concepts and work phase division

Primary work element	Devided work element	Definition
Working time is divided into primary work elements in relation to the logging operation $\sum$ primary work element 1-n = working time	Every primary work element is divided into separate time units. In relation to the work elements.	
Positioning		Begins: preceding processing is finished (the felling unit is ready for the next tree). Ends: Felling with saw begins.
	Use of crane	Effective time for respective boom at work.
	Use of crane during movement	Concurrent felling and driving.
Felling of tree		Begins: Felling with saw begins (e.g. the guide bar is moving). Ends: Feeding of stem begins.
	Use of crane	Effective time for use of separate booms.
	Driving during felling	Concurrent felling and driving.
Processing of stem		Begins: feeding of stem begins. Ends: processing of stem ends.
	Driving during felling	Effective time for use of respective boom.
	Use of crane	Concurrent hauling and processing of stem.
	Driving during processing at working point	Time, when the machine moves within the working point during primary elements at felling and processing of stem.



## Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2009

År 2009	
Nr 669	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.
Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009. Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Under bearbetning. 44 s.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning – Studie från avverkning hos Sca Skog AB. 11 s.
Nr 693	Nordén, B. & Eliasson, L. 2009. En jämförelse av ett Hugglinksystem med en traktormonterad flihhugg vid flisning på avlägg. 9 s.
Nr 694	Hannrup, B. et al., 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. 42 s.
Nr 695	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med BRACKE C16. 14 s.
Nr 696	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med ponsse dual med EH 25. 15 s.

Nr 697	Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Granfröplantageskötselresa 2009-08-31–200-09-03. Noter från besök i respektive plantage. 22 s.
Nr 698	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.1 Initial analysis of drivers and barriers. 41 s.
Nr 699	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.2 Existing models and model gap analyses for wood properties. 54 s.
<b>År 2010</b>	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mät höjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lindström, A. 2010. Förädlings effekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.
Nr 704	Karlsson, O. & Nisserud, F. 2010. Utveckling av en dynamisk helfordonsmodell för skotare. 73 s.
Nr 705	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010. Förrojnings påverkan på grotskotning – En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog. 9 s.
Nr 706	Rytter, L. & Stener L.G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. 23 s.
Nr 707	Bergkvist, I. 2010. Utvärdering av radförbandsförsök anlagda mellan 1982-1984. 16 s.
Nr 708	Hannrup, B. & Jönsson, P. 2010. Utvärdering av sågmotorn F11-iP med avseende på uppkomsten av kapsprickor – en jämförande studie. 28 s.
Nr 709	Iwarsson Wide, M., Belbo, H. 2010. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag i mycket klen skog Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E och Log Max 4000, Mellanskog, Simeå 28 s.
Nr 710	Englund, M., Löfroth, C. & Jönsson, P. 2010. Inblandning av rött ljus i LED-lampor – Laboratoriestudier av hur människor uppfattar tre olika ljusblandningar. 7 s.
Nr 711	Mullin, T.J., Hallander, J., Rosvall, O. & Andersson, B. 2010. Using simulation to optimise tree breeding programmes in Europe: an introduction to POPSIM™. 28 s.
Nr 712	Jönsson, P. 2010. Hydrauliskt dämpad hytt – ett lyft för arbetsmiljön? 14 s.
Nr 713	Eriksson, B. & Sonesson, J. 2010. Tredje generationen skogsbruksplaner – Slutrapport DELproj 4 – Arbetsgång vid planläggning. 23 s.
Nr 714	Sonesson, J. 2010. Nya arbetsätt i skogsbruksplanläggning. 20 s.
Nr 715	Eliasson, L. 2010. Huggbilar med lastväxlarsystem. 13 s.
Nr 716	Eliasson, L. & Granlund P. 2010. Krossning av skogsbränsle med en stor kross – En studie av CBI 8400 hos Skellefteå Kraft. 6 s.
Nr 717	Stener, L.G. 2010. Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska försök. 46 s.
Nr 718	Palmquist, C. & Sandberg, J. & Vibrationskomfort och ergonomi på förarstolar i skotare. 98 s.
Nr 719	Thor, M. 2010. Avverkning och hantering av virke och avverkningsrester vid angrepp av tallvedsnematoder i svensk skog. 42 s.
Nr 720	Fogdestam, N. 2010. Studier av Biotassu Griptilt S35 i gallring. 11 s.
Nr 721	Brunberg, T. 2010. Bränsleförbrukningen i skogsbruket. 12 s.
Nr 722	Brunberg, T. 2010. Rätt begrepp. 25 s.
Nr 723	Löfroth, C. & Svenson, G. 2010. ETT – modulsystem för skogstransporter – Delrapport för de två första åren. 130 s.
Nr 724	Rytter, L. & Lundmark, T. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens projekt 30658. Trädslagsförsök med inriktning på massaproduktion. – Tree species trial with emphasis on biomass production. 24 s.
Nr 725	Rytter, R.M. & Högbom, L. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens Projekt 30659. Markkemi och fastläggning av C och N i produktionsinriktade bestånd med snabbväxande trädslag – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species. 64 s.