



Redogörelse

Från Skogforsk nr. 1 2012

FoU-investeringars avkastning i skogsbruket

Return on R&D Investments in forestry



SKOGFORSK

Redogörelse

Från Skogforsk nr. 1 2012

FoU-investeringars
avkastning i skogsbruket

Return on R&D
Investments in forestry

Redaktör: Mats Hannerz
Formgivning: Inger Petré
Figurer och tabeller:
Ingegerd Hallberg
Ansvarig utgivare: Jan Fryk
Omslagsbild: Skogforsk

© Skogforsk 2012
ISSN 1103-4580
Gävle Offset AB, Gävle



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
Tel. 018-18 85 00. Fax. 018-18 86 00
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se



Sten-Gunnar Skutin är jägmästare och har arbetat på Skogforsk sedan 1989 med en rad olika frågor: systemutveckling, analys av svenska och internationella virkesmarknader, verksamhetsutveckling, och nationella standarder inom logistikområdet. För närvarande arbetar han bl.a. med simulering av maskinsystem.

Abstract

Skogforsk has investigated profitability in six R&D projects. For all of these projects, investment costs and revenues after implementation could be estimated. All projects showed good or very good results. Present values varied between SEK 39 and 657 million, internal interest varied between 27 and 175% and maximum repayment time was approximately 3 years.

The evaluated projects gave a high return on investments, but profitability varied greatly between the projects. In the future, pre-planning and investment calculations would provide valuable information prior to decisions about major R&D projects.

Ämnesord: Avkastning på FoU-investeringar, investeringskalkyler, FoU-investeringar, nuvärde.

REDOGÖRELSE

FoU-investeringars avkastning i skogsbruket

Return on R&D Investments in Forestry

 Sten-Gunnar Skutin

Förord

Forskning och utveckling kan betraktas som en investering för att åstadkomma förbättringar inom ett visst område eller i samhället i stort. Konkretiseringen av avkastningskraven varierar dock kraftigt. Från närmast obefintliga krav när det gäller grundforskning, som ofta brukar rubriceras som nyfikenhetsdriven och främst handlar om att vinna ny kunskap, till mer precisa mål och därtill kopplade ekonomiska förväntningar för tillämpad forskning.

Skogforsks uppdrag är att tillföra svenskt skogsbruk nya produkter och tjänster som kan öka skogsbrukets och därmed hela näringens konkurrenskraft. För oss är det därför naturligt att försöka mäta hur vi väl vi sköter detta uppdrag. Den här frågan har också tidigare belysts i ett examensarbete av Elin Eriksson.

I projekt **FoU-investeringars avkastning i skogsbruket** har vi velat göra en mera omfattande genomgång av effekterna av några specifika projekt och samtidigt utveckla en metodik för detta. I grunden handlar det då om att göra sedvanliga kostnads- och intäktsanalyser. Detta innebär att det måste finnas en tillförlitlig uppföljning av nedlagda kostnader. Vidare måste man

kunna beräkna värdet av resultaten efter implementering. Eftersom detta sker successivt, så måste man dels kunna bedöma hur lång tid det tar innan resultaten fått fullt genomslag, dels deras livslängd, med det avses t.ex. innan andra, senare utvecklade tekniker eller metoder tagit över.

Föreliggande arbete, som genomförts av Sten-Gunnar Skutin, bygger på aktiv medverkan från samtliga program inom FoU-området Virkesförsörjning. Ett särskilt tack riktas därför till Gert Andersson, Rolf Björheden, Torbjörn Brunberg, Mikael Frisk, Claes Löfroth, Johan Möller, Magnus Thor, Maria Iwarsson Wide och Lars Wilhelmsson som alla bidragit med uppgiftsunderlag, diskussioner om angreppssätt, övergripande analyser och viktig kvalitetssäkring.

Vi vill också rikta ett stort tack till alla personer inom de skogsmaskintillverkande företag, skogsföretag eller andra organisationer som berörts och på olika sätt därigenom bidragit till projektets genomförande.

Trots de svårigheter som alltid finns när man försöker göra den här typen av analyser, och det faktum att resultaten är att betrakta som närmevärden, så ger det ändå en god uppfattning om vilken ekonomisk avkastning som tillämpad FoU kan ge.

Uppsala, 16 oktober 2012

Lennart Rådström
Forskningschef Virkesförsörjning

Innehåll

Sammanfattning	4
Summary	5
Bakgrund	6
Problem vid värdering av FoU-resultat	7
Syfte	7
Utvalda FoU-projekt	8
Kvalitetssäkrad skördarmätning	8
Flerträdshantering av skogsbränsle	8
Sortering av massaved efter egenskaper	9
Extra stor skördare i slutavverkning	10
CTI, Central Tyre Inflation	11
FlowOpt, optimering av virkesflöden	12
Metodik	13
Kalkylmetodik	13
Insamling av data	13
Nuvärdeskalkyl	13
Begrepp använda i resultattabellerna	14
Resultat	15
Kvalitetssäkrad skördarmätning	15
Flerträdshantering av skogsbränsle	18
Sortering av massaved efter egenskaper	19
Extra stor skördare i slutavverkning	20
CTI, Central Tyre Inflation	21
FlowOpt, optimering av virkesflöden	22
Sammanfattning av FoU-kalkylerna	23
Känslighetsanalys	24
Diskussion	26
Referenser	27
Bilagor	28

Contents

Summary in Swedish	4
Summary in English	5
Background	6
Problems in assessing profitability of R&D projects	7
Aim	7
Selected R&D projects	8
Quality-assured Harvester Measurements	8
Multi-tree Handling of Energy Wood	8
Classification of Pulpwood by properties	9
Large Harvesters in Final Felling	10
CTI, Central Tyre Inflation	11
FlowOpt, Optimisation of Wood Flow Logistics	12
Methods	13
Calculations	13
Data collection	13
Present-value calculation	13
Terminology	14
Results	15
Quality-assured Harvester Measurements	15
Multi-tree Handling of Energy Wood	18
Classification of Pulpwood by Properties	19
Large Harvesters in Final Felling	20
CTI, Central Tyre Inflation	21
FlowOpt, Optimisation of Wood Flow Logistics	22
Summary of R&D calculations	23
Sensitivity analysis	24
Discussion	26
References	27
Appendices	28

Sammanfattning

Det är en allmän uppfattning att forskning och utveckling (FoU) inom skogsteknik och råvaruförsörjning är lönsamt, med en god avkastning på utförda investeringar. Historiskt har skogsteknisk FoU bidragit till ökad produktivitet och sänkta kostnader vid skogliga operationer. För mer precisa kostnads – intäktsanalyser av FoU-insatser krävs dock att man utvärderar enskilda FoU-projekt, där FoU-investeringen är känd och där inverkan på kostnader och intäkter efter implementering kan beräknas.

Skogforsk har undersökt lönsamheten i ett antal FoU-projekt. Frågan är viktig både för Skogforsk och för finansiärer av olika FoU-projekt, och resultatet av analyserna kan vara ett stöd vid framtida prioriteringar i FoU-arbetet. I projektet, kallat *FoU-investeringars avkastning i skogsbruket*, valde Skogforsk ut sex framgångsrika FoU-projekt. Samtliga visade goda eller mycket goda resultat. Så gav t.ex. projektet *Kvalitetssäkrad skördarmätning* i en lönsamhetskalkyl för året 2011 en vinst nästan i nivå med Skogforsks årsbudget. Nuvärdet av investeringarna i projekten varierade mellan 39 och 657 miljoner kr, internräntan mellan 27 och 175 %, och återbetalningstiden var som längst ca 3 år.

Implementeringsgraden har stor betydelse för lönsamheten av en FoU-investering. Kvalitetssäkrad skördarmätning är exempel på en FoU-satsning som är lätt att värdera för det enskilda skogsföretaget och implementeringen ökar snabbt.

CTI på virkesfordon är exempel på ett mer komplext koncept. Det berör i princip hela virkesförsörjningssystemet, såsom åkare, skogsföretag, skogsindustri och väghållare, och dessutom avtalsformer mellan dessa. Lönsamheten på systemnivå och för den enskilda åkaren varierar med olika förutsättningar. Flera skogsföretag upplever därför att det kan vara svårt att genomföra en komplett ekonomisk analys för sina verksamhetsområden.

Komplexiteten har troligen bidragit till en mer långsam implementering av CTI-konceptet, även om det lokalt kan finnas en hög andel CTI-fordon. En slutsats av ovanstående är att framtida FoU-projekt i ett tidigt stadium bör identifiera och analysera potentiella hinder vid implementering.

De sex FoU-projekten ger i vår analys en hög avkastning. Samtidigt varierar lönsamheten kraftigt mellan de olika projekten. Det kan därför vara av stort värde att i framtiden genomföra förprojekteringar i form av investeringskalkyler innan beslut tas om större FoU-projekt.

Summary

There is a general view that research and development (R&D) in the fields of forest technology and wood procurement is profitable, providing a good return on investment. Historically, R&D in forest technology has been significant in improving productivity and reducing costs in forestry operations. However, in order to perform more precise cost-revenue analyses of R&D projects, individual projects must be evaluated, where the investment in the project is known and the effect on costs and revenues after implementation can be calculated.

Skogforsk has studied profitability in a number of R&D projects. The issue is important both for Skogforsk and financers of R&D projects, and the results of the analyses will be of practical use in future decisions regarding R&D work. In its project *Return on R&D Investments in Forestry* Skogforsk examined six R&D projects. All of them showed good or very good results – present value varied between SEK 39 and 657 million, internal interest rate varied between 27 and 175 % and repayment time was no longer than approximately 3 years.

The level of implementation is very important for the profitability of a R&D investment. Quality-assured

harvester measurement is an easy concept for the individual forestry company to evaluate, and implementation is rapid.

CTI (Central Tyre Inflation) on forest trucks is more complex as, in principle, it concerns the entire wood flow system, involving such players as hauliers, forestry companies, forest industries and road maintenance bodies, as well as the types of agreement between them. Profitability at system level and for the individual haulier varies according to the circumstances. Many forestry companies therefore experience difficulty in performing a complete financial analysis of their areas of activity.

The complexity has probably led to a slower implementation of the CTI concept even if, locally, there can be a high proportion of CTI trucks. A conclusion can be that future R&D projects should identify and analyse potential barriers to implementation at an early stage.

In our analysis, the six R&D projects give high returns, but the profitability varies greatly between the projects. In the future, pre-project studies and investment calculations would provide valuable information prior to decisions about major R&D projects.

Bakgrund

FoU inom skogsteknik och råvaruförsörjning betraktas i de flesta fall som lönsam, med en god avkastning på utförda investeringar. Det är uppenbart att FoU är viktigt för att åstadkomma ökad produktivitet och för att hålla ned kostnadsutvecklingen vid skogliga operationer. Det är dock svårt att kvantifiera effekten av investeringar i forskning på en aggregerad nivå. Utvecklingen påverkas också av en rad andra faktorer som maskintillverkarnas egen utveckling, organisationsförändringar och upphandlingsformer.

Under senare tid har intresset för lönsamhetsanalyser av FoU-verksamheten ökat. Ett område som var tidigt ute var skogsträdsförädling, som i Förädlingsutredningen (Eriksson, 1995) beräknade avkastningen på insatser i FoU, praktisk skogsträdsförädling och massförökning. Beräkningarna har därefter kompletterats och förfinats och sammanfattas senast i Rosvall m.fl. (2011). Alla analyser pekar på att förädlingsprogrammen ger en mycket

hög avkastning i form av ökade intäkter i skogsbruket. Insatserna skulle kunna mångdubblas och vara lönsamma även med en så hög realränta som 10 %.

För att få en bild av lönsamheten i de teknikorien- terade FoU-programmen fattade Skogforsk beslut om att göra en analys av verkningsgraden. Frågeställningen skulle kunna formuleras som "Hur lönsamma är våra FoU-projekt?" eller "Vilken avkastning ger FoU-investe- ringarna?".

Det enda sättet att genomföra mer precisa kostnads - intäktsanalyser är att utvärdera enskilda FoU-projekt där investeringen är känd och effekten efter implemen- tering kan beräknas eller bedömas. Frågan har tidigare belysts i ett examensarbete som utvärderade två fallstu- dier (Eriksson, 1998). I det här rapporterade projektet genomförde vi utvärderingar av sex väl avgränsade FoU- projekt, utförda av Skogforsk i samarbete med intressen- ter och andra aktörer.

Problem vid värdering av FoU-resultat

Vid beräkning av ekonomisk avkastning på investeringar i FoU-projekt uppstår olika principiella frågor. Några exempel ges nedan.

- Det kan finnas en rad andra okända faktorer som påverkar resultatet, kan man lita på att alla indata är korrekta?
- Kan det komma ett nytt lönsammare koncept innan den ekonomiska livslängden löpt ut?
- Vad hade hänt om vi inte genomfört detta FoU-projekt, hade utvecklingen skett ändå?
- Implementeringsgraden har stor inverkan på avkastningen, går den att beräkna?

Indata bygger på statistik av varierande kvalitet och på kvalificerade antaganden från forskare, skogsföretag och andra aktörer. Det är därför naturligt att indata kan ha brister, men en känslighetsanalys kan ge en fingervisning om hur stabila de är.

Frågan om konkurrerande koncept och livslängd hanteras i känslighetsanalysen genom förkortad livslängd. Scenariohantering är ett sätt att analysera vilka FoU-projekt som borde genomförts inom ett visst område.

Implementeringsgradens utveckling är, på samma sätt som indata, bedömd utifrån uppgifter från forskare, skogsföretag eller andra aktörer. Ibland utgår de från statistiska uppgifter, ibland från kvalificerade bedömningar.

De olika problempunkterna tillsammans gör att analyserna av avkastningen av FoU måste tolkas med ödmjukhet. Vissa nyttor är också svåra att värdera i ekonomiska termer, t.ex. markskador och arbetsmiljö. Samtidigt leder kalkylerna till minskad osäkerhet om vilka typer av FoU-projekt som är de mest lönsamma.

Syfte

Syftet med projektet "Avkastning på FoU-investeringar i skogsbruket" var att beräkna avkastningen på genomförda FoU-investeringar i skogsbruket enligt vedertagna mått som nuvärde, internränta och återbetalningstid.

Detta gjordes för väl avgränsade FoU-projekt inom forskningsområdet Virkesförsörjning på Skogforsk. De forskningsprogram som berörs är således Virke, Teknik, Logistik och Skogsbränsle.

Utvalda FoU-projekt

Ett krav vid urvalet har varit att resultaten av de aktuella FoU-projekten ska vara implementerade. FoU-arbete som utförts av samarbetspartners, t.ex. maskintillverkare och andra forskningsutförare, ingår i kalkylerna.

Som underlag för selektionen lämnade programledarna på Skogforsk in listor med resultatmässigt intressanta och sannolikt kvantifierbara projekt. Därefter valdes sex projekt ut som de mest intressanta och framgångsrika.

De FoU-projekt som ingår i analysen är följande:

1. Kvalitetssäkrad skördarmätning
2. Flerträdshantering av skogsbränsle
3. Sortering av massaved efter egenskaper
4. Extra stor skördare i slutavverkning
5. CTI, Central Tyre Inflation
6. FlowOpt, optimering av virkesflöden.

Kvalitetssäkrad skördarmätning

Skogforsk har tillsammans med skogsbruket, maskintillverkarna, SDC och VMF utvecklat ett system för kvalitetssäkring av skördarnas längd- och diametermätning. Med systemet blir apteringen mer tillförlitlig och produkterna från skogen bättre anpassade till sågverkens krav.

Kvalitetssäkrad skördarmätning bygger på slumpvis utvalda stammar utmed vilka skördarföraren mäter längd och diameter manuellt med dataklave. Mätresultaten rapporteras in till SDC via trådlös kommunikation och jämförs där med skördarens mätning, d.v.s. motsvarande skördardata. Resultaten återförs till förare, maskinägare, uppdragsgivare m.fl.

En revisor följer löpande resultaten av kontrollmätningarna, och besöker varje maskin några gånger per år för att se till att rutinerna följs hos de skördare som är certifierade/kvalitetssäkrade.

Den förbättrade mätningen och apteringen höjer kvaliteten på tillredningen, matchningen mot aktuella beställningar, och värdet på skogsbrukets produkter.

Referenser för projekt Kvalitetssäkrad skördarmätning: Arlinger, J. & Möller, J. 2006.

Flerträdshantering av skogsbränsle

Efterfrågan på biobränsle ökar och små träd från röjningar och gallringar är en intressant råvarukälla. Bränslet har högt energiinnehåll och god kvalitet tack vare hög andel stamved. Räknat på uttagen volym är avverkning av klena träd kostsamt, och det är svårt att få ekonomin att gå ihop. För att kunna ta ut de betydande volymerna skogsbränsle som finns i röjnings- och första-gallringsbestånd krävs en effektiv avverkningsteknik för klena träd.



Figur 1. Kvalitetssäkrad skördarmätning ger ökad mätnoggrannhet och ökade värden. Foto: Lars Wilhelmsson



Figur 2. Flerträdshantering i en röjningsgallring. Foto: Mia Iwarsson Wide

Flerträdshantering, en teknik som gör att avverkningsmaskinens aggregat kan samla in flera träd per krancykel, är avgörande för effektiviteten vid tillvaratagande av klena träd och nyckeln till lönsamhet. Den potential som finns i denna teknik utnyttjas inte fullt ut, teknik och metod kan utvecklas ytterligare. Redan med dagens teknik kan dock prestationen ökas med 15-30 % genom att höja graden av ackumulering vid upparbetning.

Skogforsk har inom det här området arbetat med tester, studier och förbättring av avverkningsaggregat, samt med utveckling av avverkningsmetoder.

Referenser för projekt Flerträdshantering av skogsbränsle: Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009; Iwarsson Wide, M. 2009.

Sortering av massaved efter egenskaper

Skogforsk, SLU och Innventia har tillsammans tagit fram trädmodeller där vedegenskaper för massaved kan beräknas utifrån t.ex. diameter och ålder.

Genom sortering av massaved kan vedegenskaperna anpassas till industrins behov. I industriledet blir det möjligt att producera mer specifika massasortiment, vilket kan ge ett högre pris i marknaden (ett ökat förädlingsvärde).

Det finns olika strategier för att sortera massaved. Det kan handla om val av fångstområden, bestandsval eller sortering inom bestånd. Inom ett givet fångstområde finns det en stor variation i vedegenskaper mellan olika bestånd och avverkningstrakter. Gamla bestånd ger annan ved än unga bestånd, bördiga marker ger en annan ved än magra marker o.s.v. En del av variationen kan fångas genom uppdelning på yngre gallring och äldre slutavverkning. Denna kunskap kan användas för att

värdera avverkningstrakter eller styra virke från en viss avverkningstrakt till en viss industri för att på så sätt öka andelen ved med önskvärda egenskaper och reducera oönskad variation hos råvaran. Det kan också handla om att fördela inkommande billass på sortiment vid ankomsten till industri.

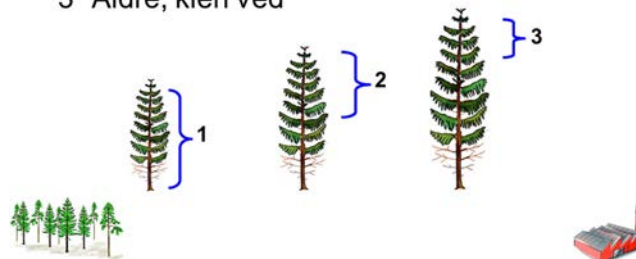
Kriterier som i praktiken används vid sortering är bl.a. huggningsklass och ålder.

I vårt FoU-exempel sker sorteringen efter ålder. En klassificering baserad på både skördarmätt diameter och beräknad ålder (funktioner från Skogforsk baserad på beståndsålder) kan bedömningsvis öka effekten i kalkyl-exemplet kraftigt.

Referenser för projekt Sortering av massaved efter egenskaper: Arlinger, J. m.fl., 2000; Moberg, L. & Wilhelmsson, L. 2003.

Strategi - Hög dragstyrka

- 1 Unga, all ved
- 2 Medelålders, klen och medelgrov ved
- 3 Äldre, klen ved



Figur 3.

Exempel på kriterier vid sortering, i det här fallet för att uppnå hög dragstyrka. Högst dragstyrka har ved med få årsringar.

Extra stor skördare i slutavverkning

Under senare år har det blivit allt vanligare med extra stor skördare (t.ex. John Deere 1470E, Valmet 941, Rottne H20 och Ponsse Bear) i slutavverkning, särskilt i grövre skog. Större skotare har också blivit vanligare. Båda maskintyperna presterar mer än traditionella maskiner, men samtidigt är kostnaderna högre.

Projektet ”Extra stor skördare i slutavverkning” avser de senaste stora skördarna, d.v.s. kategorin Extra stora skördare i jämförelse med kategorin Stora skördare.

Skogforsk har genom tidsstudier, och i samarbete med maskintillverkarna, utvärderat konceptet extra stora

skördare i ett tidigt utvecklingsskede, under olika förhållanden. Skogforsk har också arbetat med att verifiera de extra stora skördarnas teknik och produktivitet, då de har en högre prestation än de stora i slutavverkning. Orsaken är att maskinernas aggregat är kraftfullare och kranen starkare. Maskintypen har en högre timkostnad än kategorin stora skördare. Den sammantagna effekten blir dock att extra stora skördare är mer lönsamma i slutavverkning.

Referenser projekt Extra stor skördare i slutavverkning: Brunberg, T. 2007a; Brunberg, T. 2007b.



Figur 4.
En Valmet 941 i slutavverkning. Foto: Skogforsk

CTI, Central Tyre Inflation

CTI, Central Tyre Inflation, är en teknik för att reglera trycket i virkesfordonets däck, och därmed öka framkomligheten på vägar med begränsad bärighet under perioder med tjällossning och långvarigt regn. Detta minskar stilleståndstiden för fordonet och behovet av virkeslager vid industri, terminal och väg.

Vid en jämförelse mellan ett CTI-fordon och ett konventionellt fordon ger CTI en högre investeringskostnad, men en ökad nyttjandetid p.g.a. minskat stillestånd. I vissa fall får fordonet även fler körningar eftersom skogsföretag kan prioritera CTI-fordon. Beroende på förutsättningar kan en fordonskalkyl för CTI resultera i såväl lägre som högre kostnad jämfört med ett konventionellt virkesfordon. Det intressanta är dock det totala mervärde som skapas för skogsnäringen, vilket även kan påverka åkarens totalkalkyl (se lönsamhetskalkyl i bilaga 7 och beskrivning av lönsamhetskalkylen i bilaga 8). Mervärdet är bl.a. beroende av hur mycket finjordsrik mark som finns inom området och vilka risker i övrigt som finns i virkesförsörjningen. I vissa fall hanterar man en del av problemen genom att flytta fordon till områden som för tillfället saknar tjälproblem. En vägledning om hur stora de kvarvarande tjälproblemen är kan vara att studera storleken på industrilager, terminallager och väglager.

CTI ger en förbättrad arbetsmiljö p.g.a. minskade vibrationer. Det ger även minskat slitage på fordon och släp och minskat däckslitage. Vid praktiskt bruk verkar det dock som underhållskostnaden ökar.

Upprustning av skogsbilvägar till s.k. CTI-vägar, med grövre överbyggnad, har stor ekonomisk potential. Byggnationerna och upprustningen avser skogsbilvägar på egen mark, och förutsätter en relativt hög andel CTI-fordon, även om konventionella virkesfordon kan använda vägarna i fruset tillstånd. Tar man steget till CTI-vägar tvingas man även förse övriga fordon, trailers, grusbilar, servicefordon, etc. med CTI-utrustning.

CTI-fordon har av Trafikverket fått en generell dispens att köra med fullt lass på BK2- och BK3-väg (Vägverket,

2007). Dispensen för CTI-fordon att köra med BK1-last på BK2 och BK3 möjliggör ökad nyttolast, samt för BK3 att man även slipper omlastning.

Vid virkesköp av privatskogsägare är det en fördel att ha tillgång till CTI-fordon, eftersom fordonen ger mindre skador på skogsbilvägarna.

Skogforsk har genomfört teoretiska studier av kostnader och intäkter samt praktiska tester och utvärderingar av CTI på virkesfordon. Dessutom har Skogforsk studerat implementering av CTI på virkesfordon i samarbete med skogsföretag och väghållare. CTI berör hela virkesförsörjningssystemet och kan därför vara svårt att utvärdera. Inom Västernorrlands län finns en relativt hög implementering av CTI-fordon. I övriga Sverige är implementeringstakten något lägre än förväntad.

Referenser för projekt CTI, Central Tyre Inflation:

Andersson, G. & Westlund, K. 2008; Enström, J. 2005; Granlund, P. m.fl., 1999; Granlund, P. 2006a; Granlund, P. 2006b; Röhfors, G. 2012; Skutin, S-G. 2012; Vägverket 2007; Åkerlund, M. 2006.



Figur 5.

En CTI-fordon på uppdrag i Sundsvalls-området.
Foto: Paul Granlund

FlowOpt, optimering av virkesflöden

FlowOpt är ett verktyg för att optimera virkesflöden och minimera kostnader för transport av virke från skog till industri. Det används för att analysera förutsättningar för en bra logistik och att hitta kostnadseffektiva lösningar på svårlösta logistikproblem. Verktöget kan användas vid såväl strategisk som operativ planering. I den strategiska planeringen ingår exempelvis att räkna på behovet av transportresurser, analysera tåg- och terminalanvändning samt lagerstrategier, beräkna optimala virkesbyten och möjliga returflöden. Den operativa planeringen kan innebära att optimera fångstområden eller ge förslag till virkesbyten på månads- eller veckobasis.

Systemet utvecklades av Skogforsk och Linköpings universitet i samarbete med flera större skogsföretag. Fallstudier visar att medverkande företag teoretiskt kan sänka kostnaderna för virkestransporter med upp till 15 procent. Vid beräkning av den realiserbara potentialen måste man även beakta faktorer som t.ex. affärsrelationer, flexibilitet och ledtider.

FlowOpt består av ett program för att bearbeta indata och analysera resultat samt en optimeringsmodell. Indata utgörs av information om virkestillgångar, specificerade med kvantitet per sortiment, tidsperiod och geografisk placering, samt industribehov beskrivet som kvantitet per sortimentsgrupp, tidsperiod och mottagningsplats. Begreppen sortiment och sortimentsgrupp används så att en

sortimentsgrupp kan försörjas av ett eller flera sortiment. Dessutom krävs information om kostnader för transport, både på lastbil och på tåg samt beskrivningar av tillgängliga terminaler och tågset. Kostnader för lastning och lossning samt begränsningar i hanteringskapacitet vid terminaler och på tåg tillkommer också. FlowOpt använder information från SNVDB, Skogliga Nationella Vägdatabasen, för att välja väg mellan två punkter och beräkna avståndet. Vägvalet beräknas genom att använda motståndsställningen från Krönt Vägval, en standard för effektivt vägval.

Lösningstiderna för optimeringen är korta och ligger mellan några få sekunder och ett par minuter beroende på hur komplex problemställningen är. Ju fler mottagare, terminaler, tillgångar, sortiment, tågturer etc. som ingår i studien desto längre tid tar problemet att lösa. Resultaten illustreras i kartor och tabeller.

I dag har flertalet skogsföretag genomfört analyser med stöd av FlowOpt. I vissa fall har analyserna utgjort beslutsunderlag inför mycket stora investeringar.

Optimeringsmodellen i FlowOpt är inte statisk utan kan justeras och anpassas om förutsättningar eller problemställning ändras. Ett exempel är de anpassningar som gjordes för att analysera stormen Gudruns effekter på ett större skogsföretag.

Referenser för projekt FlowOpt: Frisk, M. & Rönnqvist, M. 2005;



Figur 6. Optimala lastbilsflöden av ett sortiment till en mottagningsplats med och utan en tänkt tågpendel. Kartorna hämtade från ett uppdrag åt Sveaskog, Resultat nr 15, 2005.

Metodik

Kalkylmetodik

I projektet används en traditionell investeringskalkyl, d.v.s. en kalkyl där investeringskostnader ställs mot intäkter med hänsyn till när de faller ut i tiden.

Som **investering** betraktas kostnaden för samtliga FoU-aktiviteter i projektet, oavsett utförare. Detta innebär att kostnader för såväl Skogforsk, maskintillverkare som olika forskningsinstitut kan ingå i investeringskalkylen.

Intäkterna faller ut när produkten eller konceptet är färdigutvecklat och börjar implementeras. Implementeringen ökar sedan över tiden. Intäkterna är den vinst som den nya produkten eller konceptet genererar jämfört med tidigare förhållanden. Exempel på vinster kan vara att virkesvärdet ökar med en mer preciserad skördarmätning, att transportkostnaderna minskar med en ny logistikoptimering eller att avverkningskostnaden sjunker med en ny teknik.

I kalkylerna måste också kostnader för användning av den nya produkten eller konceptet räknas in. Det kan handla om **implementeringskostnader**, t.ex. utbildning eller installation av ny programvara, eller **årliga löpande kostnader**. Ett exempel på löpande kostnader är stilleståndskostnader när förare måste gå ut för att mäta stockar (projektet Kvalitetssäkrad skördarmätning).

Vinsterna faller inte ut i all framtid. Så småningom kommer den nya produkten eller konceptet att ersättas av ett nytt eller modifierat dito. I analyserna används **ekonomisk livslängd** som ett mått på hur länge det nya konceptet är företagsekonomiskt lönsamt. När den ekonomiska livslängden löpt ut uppstår ett **restvärde** i form av t.ex. kunskap som kan användas i nästa koncept.

Den ekonomiska livslängden är satt till 5 eller 10 år för de olika projekten, utifrån dialog med ansvariga programledare och övriga forskare på Skogforsk.

Ett viktigt begrepp i denna analys är **implementeringsgraden**. Den beräknas som andel av den volym eller de enheter som berörs av konceptet, inom aktuellt geografiskt område. Implementeringsgrad grundas på intervjuer, beräkningar och kvalificerade bedömningar. Implementeringsgradens utveckling är bedömd utifrån uppgifter från forskare, skogsföretag och andra aktörer.

Startåret för implementering avser tidpunkt för en bredare tillämpning.

Sättet att beräkna kostnader, intäkter, ekonomisk livslängd och implementeringsgrad skiljer sig stort mellan de analyserade FoU-projekten, och beskrivs separat för vart och ett av dem.

Insamling av data

Indata för kostnader och intäkter i kalkylen har många olika källor. I vissa fall bygger de på statistik (t.ex. från SDC) eller redovisade kostnader från forskningsprojektet. I andra fall bygger indata på kvalificerade bedömningar av forskare, maskintillverkare, skogsföretag och andra. Variationen i indata påverkar naturligtvis precisionen i beräkningarna, vilket dock delvis kan fångas in med känslighetsanalyser.

De indata som använts redovisas separat för varje FoU-projekt i resultatdelen.

Nuvärdeskalkyl

I en investeringskalkyl räknar man tillbaka alla värden till år 0 ("i dag"), med hjälp av kalkylränta (diskontering), vilket ger nuvärdet. Därefter använder man **nuvärdet** rakt av (t.ex. "är investeringen lönsam eller inte?"), eller för jämförelser med andra investeringar.

Kalkylräntan 8 % har valts efter en genomgång av alla större skogsföretags årsredovisningar för upp till de senaste 10 åren, med kartläggning av avkastning på eget kapital.

I projektet har vi arbetat med tre nyckeltal:

- Nuvärde.
- Internränta.
- Återbetalningstid.

Internräntan är den förräntning som FoU-investeringen ger. Internräntan motsvarar räntan på ett bankkonto.

Återbetalningstid är hur många år, månader eller veckor av löpande kostnader och intäkter som åtgår för att betala av investeringen.

Förutom nuvärde redovisas också nuvärdet av genomförda FoU-investeringar med fördelning på alla utförare respektive bara Skogforsk.

Begreppet **nutidpunkten** avser normalt tidpunkten för investeringsbeslutet. Alla framtida betalningar diskonteras till värden vid denna tidpunkt. Analysen som

redovisas i denna Redogörelse är komplex, med både slutvärden och nuvärden, och en rad olika startår för FoU. I vårt fall har därför nutidpunkten genomgående (med undantag av projektet Sortering av massaved) satts till år 2010, för att lättare kunna jämföra de olika FoU-projekten.

De olika FoU-projekten befinner sig i dag vid olika tidpunkter på tidsskalan över ekonomisk livslängd. För historiska kostnader och intäkter har **slutvärde** beräknats och för framtida kostnader och intäkter har **nuvärde** beräknats. Värdena har därefter adderats för att skapa ett nytt nuvärde.

Alla FoU-investeringar respektive löpande kostnader och intäkter uppkomna fram till nutidpunkten 2010 beräknas som ett **slutvärde** (ett värde **framräknat** till periodens slut, 2010). Därefter beräknas ett **nuvärde**, diskontering **bakåt**, för den bedömda återstående framtida ekonomiska livslängden.

Slutvärde:

Investeringens värde vid **slutet** av en beräkningsperiod (historiska värden beräknas fram till ett värde i dag) beräknas enligt: $K_0 \times (1+i)^n$

Nuvärde:

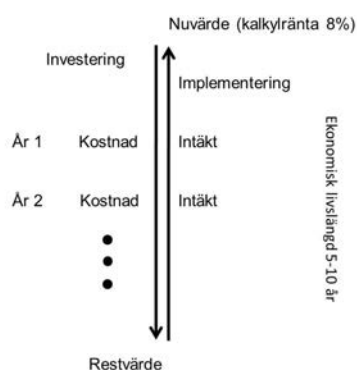
Investeringens värde vid **början** av en beräkningsperiod (framtida värden räknas tillbaka till ett värde i dag) beräknas enligt: $K_0 \times (1+i)^{-n}$

K = betalningsöverskott (intäkter minus kostnader) visst år.

n = antal år fram till slutet på ekonomisk livslängd.

i = kalkylränta.

Nuvärdesberäkning för FoU-investeringar



Figur 7.

Princip för nuvärdesberäkning av FoU-investeringar.

Begrepp använda i resultattabellerna

Kalkylerna för exempelår avser löpande kostnader och intäkter för ett enskilt år medan investeringskalkylerna avser hela perioden för FoU-investeringen samt den ekonomiska livslängden.

Årsbegrepp använda i Resultat och bilagor:

Start FoU, år: Anger det år då FoU startade för aktuellt projekt.

Slut FoU, år: Anger det sista året FoU utfördes för aktuellt projekt.

Start implementering, år: Anger det första året som det nya konceptet eller motsvarande användes praktiskt på en bredare front.

Start ek livslängd, år: Det första året i den ekonomiska livslängden för aktuellt koncept eller motsvarande.

Slut ek livslängd, år: Det sista året i den ekonomiska livslängden.

Exempelår: För varje FoU-projekt ges ett exempel på vilket mervärde ett FoU-resultatet genererat ett visst år.

Resultat

Nuvärdet redovisas som de sammanlagda nuvärdena av alla FoU-investeringar samt löpande kostnader och intäkter på traditionellt sätt. Utöver detta redovisas nuvärdet av själva FoU-investeringen, dels för alla utförare, dels för bara Skogforsk. Internränta och återbetalningstid redovisas enligt definitionerna i avsnittet Metodik.

FoU-projekten har delats in i kategorierna Egen utveckling och Bekräftande studier. Med Egen utveckling avses projekt där Skogforsk, ofta tillsammans med andra, tagit fram helt nya koncept, t.ex. FlowOpt. Ett exempel på Bekräftande studier är där Skogforsk stöttar maskintillverkare med olika tidsstudier så att rätt inriktning kan väljas.

Där så är möjligt har värderingar gjorts efter industriprocess (trävarutillverkning eller massatillverkning), annars har värdet beräknats i skogsbruket. Vi har inte försökt dela upp mervärdet efter industriprocess mellan olika aktörer.

Detaljer som förändringar av indata över tiden och genomförda årsvisa investeringar redovisas i bilagorna. I nedanstående avsnitt redovisas de övergripande resultaten för vart och ett av FoU-projekten. Dessa sammanfattas sist i en gemensam tabell.

Kvalitetssäkrad skördarmätning

Se bilaga 1 och 9 för detaljerat beräkningsunderlag.

KALKYLFÖRUTSÄTTNINGAR

Tabell 1.

Använda årtal för Kvalitetssäkrad skördarmätning.

Händelse	År
Start FoU	2002
Slut FoU	2008
Start implementering	2010
Start ek livslängd	2010
Slut ek livslängd	2014
Exempelår	2011
Nutidpunkt	2010

Vid kvalitetssäkrad och/eller rapporterad och uppföljd skördarmätning ges verktyg för att öka framför allt noggrannheten (mindre systematiska fel) men även precisionen (repeterbarheten) i skördarmätningen. Bättre mätning i skördarna leder till en ökad andel stockar som uppfyller sågverkens beställning. I sågverkspro-

duktionen ger detta lägre kostnader genom minskat spill, högre kapacitetsutnyttjande och ökade intäkter genom högre andel lönsamma produkter. Mätfel i skördaren kan ibland medföra att stocken inte kan användas för lönsam trävarutillverkning. I andra fall kan den felaktiga mätningen leda till att stocken processas men att centrumutbytena (ibland även sidoutbyten) måste kortas p.g.a. att dimensionerna inte passar de dimensionsklasser som sågverket säljer. Kortning tillämpas om stockens diameter och längd inte motiverar att stocken helt tas bort från försågning utan istället överförs till annan diameter/längdklass. Detta som en följd av att stockens geometri inte matchar de längder och tvärsnittsdimensioner som aktuell såg producerar.

Certifierade/kvalitetssäkrade skördare och endast rapporterade

Kvalitetssäkrad skördarmätning bygger på slumpvis utvalda stammar utmed vilka skördarföraren mäter längd och diameter manuellt med dataklave. Mätresultaten betraktas som facit och sänds in till SDC via s.k. KTR-filer och jämförs med skördarens mätning. Resultaten återförs till förare, maskinägare, revisorer m.fl.

Med **certifierade skördare** avses skördare som är driftssatta av VMF och har en systematisk uppföljning av skördarnas mätning, med en extern revisor som följer resultaten från kontrollmätningarna och gör fältrevision 2 ggr per år. Kontrollstammarna slumpas ut.

Med **kvalitetssäkrade skördare** avses här skördare som har en systematisk och rutinlagd uppföljning av skördarnas mätning, inkl. intern revisor.

Rapporterande skördare sänder in de kontrollfiler (KTR-filer) som kontrollerna grundar sig på, men kvalitetsuppföljningen sker inte alltid på ett systematiskt sätt.

Därutöver finns det naturligtvis skördare som är uppkopplade mot SDC men som ej insänder kontrollfiler. Orsaken till att Certifierade skördare och Kvalitetssäkrade skördare i beräkningarna sammanförts till en grupp beror på att de erfarenhetsdata från industrin som används har den strukturen.

I analysen ingår de skördare som rapporterar sina mätresultat till SDC. Av dessa bedömde SDC att 120 stycken (hösten 2011) var certifierade/kvalitetssäkrade för det nya mätsystemet. Vid samma tidpunkt fanns ca 880 stycken skördare som rapporterade mätvärden men inte var certifierade/kvalitetssäkrade ("endast rapporterade").

Årsproduktionen för en certifierad/kvalitetssäkrad slutavverkningsskördare uppskattades till 75 000 m³fub och för övriga rapporterande 60 000 m³fub. Timmerandelen antogs vara 60 % respektive 50 %. Förbättringen i träffprocent (andelen efterfrågade kombinationer av längd och diameter) antogs vara 4 % respektive 2,5 % för rapporterande men ej certifierade/kvalitetssäkrade skördare. För certifierade/kvalitetssäkrade skördare har kostnader för utbildning, driftsättning, revisorskostnader (ref. VMF Qbera), samt löpande tidsåtgång och stillestånd för skördarlagens egenkontroll av kontrollstammar (lagrade i KTR-filer), totalt 0,71 kr/m³fub, dragits av från intäkterna i lönsamhetskalkylen. För ej certifierade/kvalitetssäkrade skördare har inga utbildnings-, driftsättnings- och revisionskostnader tagits med. För denna kategori skördare skattas merkostnaden för egenkontrollen till 0,41 kr/m³fub.

För båda kategorierna, d.v.s. alla ca 1 000 rapporterande skördare tillkommer en total systemkostnadspremie (SDC) om 1,3 miljoner kr. Hela denna kostnad har fördelats på den volym timmer som på något sätt påverkats positivt (enligt kalkylmodell 1 eller 2). Observera dock att förbättringen av mätresultatet för rapporterande men ej certifierade/kvalitetssäkrade skördare förutsätter att skördarlagerna och beställarna av avverkningstjänsterna utnyttjar rapporteringsresultaten för att förbättra handhavande och rutiner för kalibrering och uppföljning. Eventuella kostnader för detta ”informella kvalitetsarbete” har inte värderats.

Två kalkylmodeller indikerar de ekonomiska konsekvenserna

En fullständig analys av kostnader och intäkter när leverantörerna (skördarna/skogsbruket) förändrar andelen stockar som uppfyller beställarens (sågverkets) diameter och längdkrav är inte möjlig att genomföra. Skillnaderna är beroende av en rad såväl specifika som mer generella produktions-, marknads-, affärsmodells- samt transport- och lagerrelaterade förutsättningar. De flesta aktörerna på marknaden är dock överens om att det är betydande värden som kan vinnas eller förloras beroende på leverantörernas och beställarnas förmåga att samspela effektivt.

För att ändå kunna konkretisera värderingen ställde vi upp två kalkylmodeller, med exempelåret 2011, som underlag för att genomföra en sammanlagd skattning

av vinsten för den ökade andelen stockar som tillretts i efterfrågade dimensioner (diameter/längd) (se bilaga för fullständiga kalkyler). Antal certifierade/kvalitetssäkrade respektive endast rapporterande skördare, årsproduktion, timmerandelar, och kvalitetsäkringskostnader antogs vara enligt beskrivning ovan.

Kalkylmodell 1, ökad försågning genom minskat spill
Kalkylmodell 1 tillämpades för 10 % av det totala timmerflödet från certifierade/kvalitetssäkrade respektive rapporterande skördare. I kalkylmodell 1 går stockar med tydligt olönsamma eller ej processbara (felaktiga) dimensioner till cellulosafilis direkt efter timmersorteringen. Av den levererade timmervolymen minskar leveransfelen från 8 % till 4 respektive 5,5 % (d.v.s. 4,0-2,5 %-enheters förbättring), baserat på verkliga fallstudier (personligt meddelande, Johan Oja, SP Träteknik). Värderingen avser skillnaden mellan fullt värdeutnyttjande från en ökad andel rätt apterade och fullt processade stockar, och en avbruten trävarutillverkning efter timmersorteringen som en följd av felaktiga dimensioner hos levererade stockar.

Kalkylmodell 2, minskad kortning

Kalkylmodell 2 tillämpades för 65 % av det totala timmerflödet från certifierade/kvalitetssäkrade respektive rapporterande skördare. Enligt kalkylmodell 2 minskar andelen kortade centrumutbyten från 8 % till 4 respektive 5,5 % (d.v.s. 4,0-2,5 %-enheters förbättring).

Värderingen avser skillnaden mellan fullt värde utan kortning av centrumutbytena vid rätt aptering, och kortning av centrumutbytena med 2 längdmoduler (motsvarande 13 % av deras värde) där spillet från avkortningen värderas som torrflis. Den totala processkostnaden beräknas vara oberoende av produktutfallet.

Sammanläggning av de olika delarna

Kalkylmodell 1 eller 2 berör totalt 75 % av de 1 000 skördarnas producerade timmervolym, medan 25 % av de felaktigt tillredda stockarna antas kunna hanteras så att de ger full intäkt och inga kostnadsökningar. Resultaten sammanfattas i tabell 2 och 3.

Värderingen avser vinsten efter försågningen. Vinsten för år 2011, 120 miljoner kr, är nästan i nivå med Skogforsks årsbudget.

Tabell 2.

Vinst per kalkylmodell och totalt år 2011.

Kalkylmodell	Beaktad volymandel timmer, milj. m ³ fub	Total vinst, milj. kr
Kalkylmodell 1, ökad försågning	3	79,9
Kalkylmodell 2, minskad kortning	21	40,0
Summa vinst	24	119,9

Tabell 3.

Vinst per skördarkategori år 2011.

Skördar- kategori	Volym milj. m ³ fub	Vinst, kr/m ³ fub	Total vinst, milj. kr
Certifierade/ kvalitetssäkrade skördare	5	5,5	29,6
Rapporterande skördare	26	3,4	90,4
Summa	31		119,9

Anm. Volym och vinstsiffror avser den totala volym timmer från de aktuella skördarna.

Kommentar om logistikkostnader

När stockar/produkter som tillverkas i skogen efter leverans visar sig avvika så mycket från den mottagande kundens krav att stockarna egentligen skulle ha transporterats till en annan kund/destination uppkommer en logistikkostnad som också bör läggas till den totala kostnadsbilden. Kostnaden är beroende av transportkostnader från skog till primärt destinerat sågverk, motsvarande kostnad för alternativa destinationer och kostnaden för hantering och vidaretransport av biprodukter till andra industrier. Kan felaktiga stockar användas för ett sekundärt timmerflöde till annat sågverk kan produktvärdet för dessa stockar ev. hållas uppe, men till priset av ökade transport- och hanteringskostnader. Denna typ av alternativa kostnader och ev. intäktsmöjligheter (sekundärflöden) är svåra att beräkna och varierar mycket beroende på specifika förutsättningar. Därför är de inte med i den redovisade värderingen. Särkostnaderna för hantering och transport av de fellevererade stockarna är normalt höga och bedöms, förutom sorteringskostnaderna som ingår i sågverkskalkylerna, kunna uppgå till mellan 20 och 200 kr/m³fub. Varje procent skillnad i andelen fellevererade stockar motsvarar då 0,2-2 kr/m³fub minus ev.

intäktskompensationer i jämförelse med de redovisade kalkylalternativen (1 och 2).

INVESTERINGSKALKYL FOU

FoU-verksamheten pågick 2002-2008. Den totala FoU-investeringen, räknat som nuvärde år 2010, är ca 11 miljoner kr, varav Skogforsks andel är ca 1 miljon kr.

FoU-arbetet utfördes av Skogforsk tillsammans med skogsbruket, maskintillverkarna, SDC och VMF.

Den ekonomiska livslängden för FoU-investeringen bedöms vara från år 2010 till 2014. Implementeringen beräknas utvecklas enligt tabell 4.

I tabell 5 redovisas resultatet av en investeringskalkyl för hela den ekonomiska livslängden. Nuvärdet för hela kalkylen är 657 miljoner kr och internräntan 98 %. Nuvärdet kan jämföras med nuvärdet av själva investeringen som ligger på ca 11 miljoner kr. Återbetalningstiden, d.v.s. den tid som investeringen betalat sig på, ligger på 4 veckor. Sammanfattningsvis ger investeringskalkylen i det här fallet en mycket hög avkastning.

Tabell 4.

Implementering av Kvalitetssäkrad skördarmätning.

År	Kvalitetssäkrade skördare, st	Rapporterande skördare, st	Summa
2010	60	940	1 000
2011	120	880	1 000
2012	240	860	1 000
2013	480	720	1 200
2014	700	500	1 200

Tabell 5.

Resultat av investeringskalkyl för Kvalitetssäkrad skördarmätning.

Kvalitetssäkrad skördarmätning	
Nuvärde, hela kalkylen	657 miljoner kronor
Ekonomisk livslängd	5 år
Nuvärde invest., alla utförare	11 miljoner
Nuvärde invest., Skogforsks andel	1 miljon
Internränta	98 %
Återbetalningstid	4 veckor
Kategori	Egen utveckling i samarbete med intressenterna och VMF/VMU/SDC
Anmärkning	Värde avser efter försågning

Flerträdshantering av skogsbränsle

Se bilaga 2 för detaljerat beräkningsunderlag.

KALKYLFÖRUTSÄTTNINGAR

Tabell 6.

Använda årtal för Flerträdshantering av skogsbränsle.

Händelse	År
Start FoU	2006
Slut FoU	2012
Start implementering	2008
Start ek livslängd	2008
Slut ek livslängd	2012
Exempelår	2010
Nutidspunkt	2010

Flerträdshantering, en teknik som gör att avverkningsmaskinens aggregat kan samla in flera träd per krancykel, ökar effektiviteten vid tillvaratagande av klena träd.

I analysen jämförs flerträds- med enträdshantering. Antagandet är inte helt realistiskt, eftersom enträdshantering av mycket klena stammar inte förekommer. Kalkylen får därför ses som ett pedagogiskt räkneexempel.

Prestationsökningen vid flerträdshantering av skogsbränsle jämfört med ordinarie gallring av enskilda små träd är ca 30 % (personliga meddelanden, Mia Iwarsson Wide och Torbjörn Brunberg, Skogforsk).

Alla som kör skogsbränsle idag har flerträdsaggregat. Maskinerna kan med detta aggregat också agera som en vanlig skördare i gallring. Detta berörs ej i kalkylerna. Vi ser nu en utveckling mot flerträdshantering av skogsbränsle även i slutavverkning, men slutavverkning ingår inte i den här kalkylen.

Under exempelåret 2010 avverkade bedömningsvis 650 skördare ca 2 900 000 m³s klenvirke, med en

kalkylmässig kostnadsbesparing om totalt 52 miljoner kr, motsvarande ca 18 kr/ m³s.

INVESTERINGSKALKYL FOU

FoU-verksamheten startade år 2006 och antas i kalkylen pågå t.o.m. 2012. Den totala investeringen, räknat som nuvärde år 2010, är ca 12 miljoner kr, varav Skogforsks andel är 4 miljoner kr och maskintillverkarna svarar för övrig del. Den ekonomiska livslängden är satt till år 2008-2012 och implementeringsgraden till ca 87 % år 2010 och 100 % fr.o.m. år 2011. Den mycket snabba implementeringen beror på två saker. Dels har tekniken för flerträdshantering vid normal avverkning redan funnits under lång tid, och förfinades nu för att hantera skogsbränsle på ett effektivt sätt, dels gav kalla vintrar plötsligt höga priser på energived.

I tabell 7 redovisas resultatet av en investeringskalkyl för hela den ekonomiska livslängden. Nuvärdet för hela kalkylen är 178 miljoner kr och internräntan 175 %. Nuvärdet kan jämföras med nuvärdet av själva investeringen som ligger på ca 12 miljoner kr. Återbetalningstiden ligger på 5 månader. Sammanfattningsvis ger investeringskalkylen i det här fallet en mycket hög avkastning.

Tabell 7.

Resultat för Flerträdshantering av skogsbränsle.

Flerträdshantering av skogsbränsle	
Nuvärde, hela kalkylen	178 miljoner
Ekonomisk livslängd	5 år
Nuvärde invest., alla utförare	12 miljoner kronor
Nuvärde invest., Skogforsks andel	4 miljoner kronor
Internränta	175 %
Återbetalningstid	5 månader
Kategori	Bekräftande studier

Sortering av massaved efter egenskaper

Se bilaga 3 för detaljerat beräkningsunderlag.

KALKYLFÖRUTSÄTTNINGAR

Tabell 8.

Använda årtal för Sortering av massaved.

Händelse	År
Start FoU	1996
Slut FoU	2004
Start implementering	2000
Start ek livslängd	2000
Slut ek livslängd	2009
Exempelår	2009
Nutidpunkt	2009

Anm. Nutidpunkten har satts till 2009 p.g.a. att detta var det sista året FoU pågick.

Kalkylen avser de industrienheter som ingick i ett större företagsfinansierat implementeringsprojekt, inom ett specifikt geografiskt område. Beräkningar av värdeökningar grundar sig på Arlinger m.fl. (2000), personliga meddelanden från industrin och Skogforsks bedömningar.

Enligt Arlinger m.fl. (2000) har sortering av massaved en potential att öka värdet efter industriprocessen på motsvarande 3-9 kr/m³fub. Med utgångspunkt ifrån detta har vi satt potentialen till ca 6 kr/m³fub.

Vi har sedan försökt definiera hur stor andel av potentialen som kan hänföras till sortering av massaved utifrån kriteriet ålder. Detta har skett genom diskussioner med personer inom skogsindustrin. År 2009 har använts som exempelår för projektet, vilket också sammanfaller med det sista året i den ekonomiska livslängden.

Mervärdet av sortering på ålder bedömdes uppgå till 0,9 kr/m³fub under exempelåret 2009, räknat med en

effektivitet i sorteringen på 75 %. Volymen massaved var grovt uppskattad till 10,0 miljoner m³fub. Den löpande kostnaden var 100 000 kr. Det totala mervärdet för 2009 uppskattades till ca 7,1 miljoner kr.

Värderingen hänför sig till vinster efter industriprocessen (tillverkning av sulfatmassa).

INVESTERINGSKALKYL FOU

FoU-verksamheten startade 1996 och pågick till 2004. Den totala FoU-investeringen, räknat som nuvärde år 2009, är ca 40 miljoner kr, varav Skogforsks andel är ca 19 miljoner kr. Ekonomisk livslängd är satt till år 2000-2009, vilket också är orsaken till att nuvärdet är beräknat för 2009 och inte som för övriga projekt 2010. Implementeringsgraden är satt till 80 % år 2009, och avser andel av massavedsvolymen som sorteras på ålder inom det aktuella området.

I tabell 9 redovisas resultatet av en investeringskalkyl för hela den ekonomiska livslängden. Nuvärdet för hela kalkylen är 64 miljoner kr och internräntan 27 %. Nuvärdet kan jämföras med nuvärdet av investeringen som ligger på ca 40 miljoner kr. Återbetalningstiden ligger på 2 år och 5 månader. Sammanfattningsvis visar investeringskalkylen i det här fallet en hög avkastning.

Tabell 9.

Resultat för Sortering av massaved.

Sortering av massaved efter egenskaper	
Nuvärde, hela kalkylen	64 miljoner
Ekonomisk livslängd	10 år
Nuvärde invest., alla utförare	40 miljoner kronor
Nuvärde invest., endast Skogforsk	19 miljoner kronor
Internränta	27 %
Återbetalningstid	2 år och 5 månader
Kategori	Egen utveckling
Anmärkning	Värde efter kokning

Extra stor skördare i slutavverkning

Se bilaga 4 för detaljerat beräkningsunderlag.

KALKYLFÖRUTSÄTTNINGAR

Tabell 10.

Använda årtal för Extra stor skördare i slutavverkning.

Händelse	År
Start FoU	2000
Slut FoU	2007
Start implementering	2003
Start ek livslängd	2003
Slut ek livslängd	2012
Exempelår	2010
Nutidspunkt	2010

Enligt Skogforsks analyser ger avverkning med extra stor skördare i slutavverkning för exempelåret 2010 en kostnadssänkning på 0,7 kr/m³fub, jämfört med näst bästa system. Vid avverkning med denna typ av maskinsystem, för den aktuella beräknade volymen om ca 20 miljoner m³fub, erhålls mervärdet 14 miljoner kr (personligt meddelande, Torbjörn Brunberg, Skogforsk).

INVESTERINGSKALKYL FOU

FoU-verksamheten startade år 2000 och pågick till 2007. Den totala FoU-investeringen, räknat som nuvärde år 2010, är ca 49 miljoner kr, varav Skogforsks andel är ca 1 miljon kr. Den ekonomiska livslängden är satt till år 2003-2012. Implementeringsgraden är satt till 100 % fr.o.m. 2006. Med implementeringsgrad avses hur stor andel av alla maskiner i grövre skog som använder det nya konceptet.

I tabell 11 redovisas resultatet av en investeringskalkyl för hela den ekonomiska livslängden. Nuvärdet för hela kalkylen är 93 miljoner kr och internräntan 28 %. Nuvärdet kan jämföras med nuvärdet av själva investeringen som ligger på ca 49 miljoner kr. Återbetalningstiden ligger på 3 år och 3 månader. Sammanfattningsvis ger investeringskalkylen i det här fallet en hög avkastning.

Tabell 11.

Resultat för Extra stor skördare i slutavverkning.

Extra stor skördare i slutavverkning	
Nuvärde, hela kalkylen	93 miljoner kronor
Ekonomisk livslängd	10 år
Nuvärde invest., alla utförare	49 miljoner kronor
Nuvärde invest., endast Skogforsk	1 miljon kronor
Internränta	28 %
Återbetalningstid	3 år och 3 månader
Kategori	Bekräftande studier

CTI, Central Tyre Inflation

Kompletterande beräkningsunderlag finns i bilaga 5. I bilaga 7 har en lönsamhetskalkyl för ett typfall i Västernorrlands län exempelåret 2010 upprättats. En beskrivning av kalkylen återfinns i bilaga 8.

KALKYLFÖRUTSÄTTNINGAR

Tabell 12.
Använda årtal för CTI.

Händelse	År
Start FoU	1995
Slut FoU	2006
Start implementering	2006
Start ek livslängd	2006
Slut ek livslängd	2010
Exempelår	2010
Nutidspunkt	2010

CTI på virkesfordon påverkar inte bara framkomligheten på nedsatta vägar, utan hela virkesförsörjningssystemet. En lönsamhetskalkyl för CTI, ur hela skogsnäringens perspektiv, kan omfatta 10-15 huvudvariabler förutom själva fordonskalkylen. Enligt intervjuerna i projektet upplever flera skogsföretag att det är svårt att genomföra en komplett ekonomisk analys för sina aktuella verksamhetsområden. Den kalkyl som återfinns i bilaga 7 och 8 kan förhoppningsvis vara ett stöd i dessa avseenden. Lönsamhetskalkylen är ett fingerat fall som upprättades för en tänkt förvaltning eller region i Västernorrlands län. Kalkylen är en konsekvensberäkning av 30 % CTI, och kalkylen ger då en vinst för skogsnäringen om ca 4,00 kr/m³fub. Kalkylen är beräknad för året 2010, och har använts som utgångspunkt för investeringskalkylen, som berör en betydligt längre period och tar hänsyn till FoU-investeringar.

Att just Västernorrlands län valts som utgångspunkt för typfallet beror på dess stora omfattning av finjordsrika marker och att vi här har de största erfarenheterna av CTI-konceptet, samt att det i länet finns stora virkesflöden.

Fordonskalkylen för CTI-fordonet ger resultatet att ett CTI-fordon och ett konventionellt virkesfordon har samma kostnad per m³fub vid de aktuella förutsättningarna. Kalkylen har dock medvetet dragits mot ett neutralt utfall, detta p.g.a. att det är svårt att upprätta en entydig

och allmänt accepterad kalkyl p.g.a. varierande förutsättningar och olika uppfattningar om variablernas storlek i praktisk drift.

De största kostnadsminskningar som erhålls med CTI är, enligt kalkylen:

- Byggnation och upprustning till CTI-vägar.
- Minskat stillestånd.
- Minskat industrilager.

Lönsamhetskalkylen förutsätter att man vid behov kan öka den totala transportkapaciteten på CTI-fordon genom att prioritera trakter som ligger nära industri.

INVESTERINGSKALKYL FOU

FoU-verksamheten för CTI startade 1995 och pågick t.o.m. 2006. Investeringen för det fingerade typfallet har beräknats utifrån samtliga investeringar i Sverige för CTI dividerat med årlig avverkningsvolym i riket, multiplicerat med årlig avverkningsvolym i det aktuella typfallet. Beräknat på detta sätt är den totala investeringen, räknat som nuvärde år 2010, ca 1 miljon kr, varav Skogforsk andel är mindre än 1 miljon kr. Ekonomisk livslängd är satt till 10 år, 2006-2015. Implementeringsgraden är i vårt typfall satt till 30 % år 2010, vilket också bedöms vara den slutliga implementeringsgraden. Implementeringsgraden är den andel av alla virkesfordon inom typfallets område som använder CTI.

I tabell 13 redovisas resultatet av en investeringskalkyl för hela den ekonomiska livslängden. Nuvärdet för hela kalkylen är 45 miljoner kr och internräntan 67 %. Nuvärdet kan jämföras med nuvärdet av själva investeringen som ligger på ca 1 miljon kr. Återbetalningstiden ligger på 2 månader. Sammanfattningsvis ger investeringskalkylen en mycket hög avkastning.

Tabell 13.
Resultat för CTI, typfall i Västernorrlands län.

CTI	
Nuvärde, hela kalkylen	45 miljoner kronor
Ekonomisk livslängd	10 år
Nuvärde invest., alla utförare	1 miljon kronor
Nuvärde invest., endast Skogforsk	<1 miljon kronor
Internränta	67 %
Återbetalningstid	2 månader
Kategori	Bekräftande studier

FlowOpt, optimering av virkesflöden

Detaljerat beräkningsunderlag finns i bilaga 6.

KALKYLFÖRUTSÄTTNINGAR

Tabell 14.

Använda årtal för FlowOpt.

Händelse	År
Start FoU	2003
Slut FoU	2011
Start implementering	2010
Start ek livslängd	2003
Slut ek livslängd	2012
Exempelår	2011
Nutidspunkt	2010

Totalt har i dag ca 20 analyser med FlowOpt genomförts på olika skogsföretag. Här redovisas ett typfall som är en av de senaste analyserna som genomförts.

För exempelåret 2010 blir kostnadsbesparingen i det aktuella typfallet 22,5 miljoner kr för volymen 5,8 miljoner m³fub, motsvarande 3,9 kr/m³fub. Faktorer som t.ex. affärsrelationer, flexibilitet och ledtider kan inverka på resultatet av analysen.

Kalkylen kompliceras något av att gemensamma FoU-kostnader är tagna innan 2011, medan mervärden i det här typfallet uppstår därefter.

INVESTERINGSKALKYL FOU

Huvuddelen av FoU-arbetet genomfördes under 2003, och den ekonomiska livslängden är beräknad från detta år. Investeringen för det aktuella projektet har beräknats som samtliga investeringar för FlowOpt dividerat med summa berörda volymer i alla FlowOpt-projekt, multiplicerat med den berörda volymen i det aktuella projektet. Beräknat på detta sätt är den totala investeringen, räknat som nuvärde år 2010, ca 1 miljon kr, varav Skogforsks andel är 1 miljon kr. Ekonomisk livslängd för konceptet är satt till år 2003-2012. Projektet omfattar ett företags verksamhet inom ett visst geografiskt område, och implementeringsgraden i det aktuella projektet är satt till 100 % år 2011.

I tabell 15 redovisas resultatet av en investeringskalkyl för hela den ekonomiska livslängden. Nuvärdet för hela kalkylen är 39 miljoner kr och internräntan 78 %. Nuvärdet kan jämföras med nuvärdet av själva investeringen som ligger på ca 1 miljon kr. Återbetalningstiden ligger på en vecka. Sammanfattningsvis visar investeringskalkylen en mycket hög avkastning.

Tabell 15.

Resultat för FlowOpt baserat på ett typfall.

FlowOpt	
Nuvärde, hela kalkylen	39 miljoner kronor
Ekonomisk livslängd	10 år
Nuvärde invest., alla utförare	1 miljon kronor
Nuvärde invest., endast Skogforsk	1 miljon kronor
Internränta	78 %
Återbetalningstid	1 vecka
Kategori	Egen utveckling
Anmärkning	Samarbete med Linköpings universitet

Detta är endast ett av totalt ca 20 genomförda projekt. Totalt kan nuvärdet därför ligga på nivån 800 miljoner kr för alla projekt.

Sammanfattning av FoU-kalkylerna

Resultaten av investeringskalkylerna för de sex FoU-projekten sammanfattas i tabell 16. Samtliga sex utvalda FoU-projekt visar goda eller mycket goda resultat. Nuvärdet varierar mellan 39 och 657 miljoner kr. Internräntan varierar mellan 27 och 175 %. Återbetalningstiden varierar mellan 1 vecka och drygt 3 år.

Tabell 16.

Avkastning på investering i FoU, huvudresultat.

FoU-projekt	Nuvärde, miljoner kr	Ek. livslängd, år	Nuvärde invest, miljoner kr (Skogforsk) ¹	Internränta %	Återbetalningstid	Kategori	Anmärkning
Kvalitetssäkrad skördarmätning	657	5	11 (1)	98	4 veckor	Egen utveckling	Värde efter industri-process
Flerträd skogsbränsle	178	5	12 (4)	175	5 månader	Bekräftande studier	
Sortering massaved efter egenskap	64	10	40 (19)	27	2 år och 5 månader	Egen utveckling	Värde efter industri-process Typfall
Extra stor skördare	93	10	49 (1)	28	3 år och 3 månader	Bekräftande studier	
CTI	45	10	1 (<1)	67	2 månader	Bekräftande studier	Typfall
FlowOpt	39	10	1 (1)	78	1 vecka	Egen utveckling	Typfall

Fotnot: 1 Samtliga utförare och Skogforsks andel inom parentes

Känslighetsanalys

I tabell 17 återges en känslighetsanalys av hur ändrad kalkylränta och ekonomisk livslängd inverkar på nuvärde och internränta för de sex FoU-projekten. Förkortad livslängd (halverad livslängd) uttrycker här ett scenario där aktuellt koncept, extra stor skördare eller motsvarande, ersätts tidigare än beräknat av ett nytt effektivare koncept. Den ursprungliga kalkylräntan, 8 %, representerar nominell (löpande) ränta, medan den lägre procentsatsen, 3 %, representerar real (fast) ränta.

Återbetalningstiden (återbetalning av investeringen) bortser från alla ränteeffekter och påverkas ej av ändringar i kalkylränta eller ekonomisk livslängd. Den ingår därför inte i känslighetsanalysen.

Restvärdet är beräknat som 10 % av den totala investeringskostnaden.

Vi kan konstatera att:

- **Nuvärdet** påverkas både av ändrad kalkylränta och ändrad ekonomisk livslängd.
- **Internränta** påverkas av ekonomisk livslängd, men inte av ändrad kalkylränta.
- **Räntesänkning** sänker slutvärdet men ökar nuvärdet (avkastningen som utfallit fram till i dag kallas för slutvärde, framtida avkastning kallas nuvärde, och det sammanlagda värdet kallar vi här för nuvärde eller totalt nuvärde).

Vid en halvering av de ekonomiska livslängderna och en bibehållen kalkylränta om 8 %, simulerande att konkurrerande effektivare koncept uppstår tidigare än väntat, är fortfarande alla sex FoU-projekt lönsamma, även om lönsamheten minskar.

Beräkningar för FlowOpt kan inte genomföras med en ekonomisk livslängd på 5 år, av kalkyltekniska skäl.

Den ursprungliga ekonomiska livslängden, 10 år, är satt till bedömt verklig livslängd för hela konceptet FlowOpt. Från år 1 har således ett antal projekt genomförts. Detta aktuella projekt har dock utförts i slutänden av den totala livslängden, i slutet av 10 års-perioden, och tilldelats "sin" andel av total investering i början på perioden. Sänker man livslängden till 5 år skärs intäkterna av, och kan inte finansiera den ursprungliga investeringen.

Redovisade nuvärden är den sammanräknade effekten av slutvärden och nuvärden. Nutidpunkten har genomgående (med ett undantag, Sortering av massaved) satts till slutet av 2010. Alla FoU-investeringar respektive löpande kostnader och intäkter uppkomna fram t.o.m. 2010 beräknas som ett **slutvärde** (ett värde **framräknat** till periodens slut, d.v.s. 2010). Därefter beräknas ett **nuvärde**, diskontering **bakåt**, för den bedömda återstående framtida ekonomiska livslängden. Bägge värdena läggs ihop, och redovisas under beteckningen "nuvärde". Vid beräkningen **framåt i tiden**, till nutidpunkten som slutvärde, används kalkylräntan som ett mått på verklig avkastning, vilket ökar det nominella värdet. Vid beräkning **bakåt i tiden**, till nutidpunkten som nuvärde, används kalkylräntan som ett avkastningskrav, vilket minskar det nominella värdet. Detta innebär att ändrad kalkylränta slår olika från projekt till projekt beroende på hur stor andel av den ekonomiska livslängden som redan förlupit. Ett exempel är Kvalitetssäkrad skördarmätning, där höjd kalkylränta ger lägre nuvärde, till skillnad från Sortering av massaved där höjd kalkylränta ger högre nuvärde. Oavsett kombinationer av olika räntesatser och olika livslängder ovan ger samtliga FoU-projekt ett överskott, det vill säga vinst.

Sammantaget kan man konstatera att vid känslighetsanalys utifrån kalkylränta och ekonomisk livslängd så är resultatet, mätt som nuvärde, relativt stabilt.

Tabell 17.

Känslighetsanalys avseende kalkylränta och ekonomisk livslängd.

Ek livslängd		Kvalitetssäkrad skördarmätning		Flerträd skogsbränsle		Sortering av massaved	
		Ränta 3 %	Ränta 8 %	Ränta 3 %	Ränta 8 %	Ränta 3 %	Ränta 8 %
3 år	Nuvärde, miljoner kronor	358	337	70	71		
	Nuvärde investering	9	11	11	12		
	Internränta, %	93	93	157	157		
5 år	Nuvärde, miljoner kronor	735	657	186	178	21	22
	Nuvärde investering	9	11	11	12	24	40
	Internränta, %	98	98	175	175	19	19
10 år	Nuvärde, miljoner kronor					59	64
	Nuvärde investering					24	40
	Internränta, %					27	27

Ek livslängd		Extra stor skördare		CTI		FlowOpt	
		Ränta 3 %	Ränta 8 %	Ränta 3 %	Ränta 8 %	Ränta 3 %	Ränta 8 %
3 år	Nuvärde, miljoner kronor						
	Nuvärde investering						
	Internränta, %						
5 år	Nuvärde, miljoner kronor	27	24	18	19	Beräkning för detta alternativ utgår av kalkyltekniska skäl.	
	Nuvärde investering	32	49	<1	1		
	Internränta, %	18	18	64	64		
10 år	Nuvärde, miljoner kronor	96	93	47	45	42	39
	Nuvärde investering	32	49	<1	1	<1	1
	Internränta, %	28	28	67	67	78	78

Diskussion

Värdering av nyttan av investering i skoglig FoU gör det möjligt att löpande prioritera forskningsinsatserna, och därmed att snabbare öka produktiviteten och minska kostnaderna i skogsbruket. Dessutom får finansörerna en försäkring om att investeringen ger en god avkastning. På Skogforsk har vi fört diskussioner med den svenska skogsnäringslivet och stora forskningsutförare internationellt. Kartläggningen visade att det finns en mycket begränsad kunskap om vilken avkastning skoglig FoU ger. Vi hoppas därför att resultatet av detta projekt kommer att kunna vara till stöd i en fortsatt diskussion.

I analysen av avkastningen på FoU-investeringar har vi försökt välja ut de mest framgångsrika projekten på Skogforsk ur den grupp av projekt som nått implementeringsstadiet.

Implementeringsgraden har stor betydelse för lönsamheten av en FoU-investering. Konceptet Kvalitetssäkrad skördarmätning är lätt att värdera för det enskilda skogsföretaget och implementeringen ökar snabbt.

Konceptet CTI på virkesfordon är i ett systemperspektiv mer komplext. Det påverkar inte bara framkomligheten på nedsatta vägar, utan hela virkesförsörjningssystemet. Enligt intervjuerna i projektet upplever flera skogsföretag att det är svårt att genomföra en komplett ekonomisk analys för sina verksamhetsområden. Konceptet berör flera aktörer som åkare, skogsföretag, skogsindustri och väghållare. Lönsamheten för den enskilda åkaren varierar med olika förutsättningar. Det kan finnas olika uppfattningar om vilka avtalsformer mellan köpare och säljare av transporttjänster som är lämpliga. Denna komplexitet har troligen bidragit till en mer utdragen implementering, även om det lokalt kan finnas en hög andel CTI-fordon.

Utifrån ovanstående kan det vara värdefullt att i framtida FoU-projekt identifiera och analysera potentiella hinder vid implementering.

De sex FoU-projekten ger i vår analys en hög avkastning, 27-175 % internränta. I betänkanDET "Forskning formar framtiden" (Forskningsberedningen, 2010) beräknas avkastningen av FoU-investeringar i näringslivet ligga på mellan 20 och 30 %. Den samhällsekonomiska

avkastningen beräknas däremot uppgå till 40-60 %. I vår analys av de skogliga FoU-projekten är endast avkastningen i näringslivet inräknad. Den samhällsekonomiska avkastningen kan därför vara betydligt högre.

Analysen av de sex FoU-projekten visade att lönsamheten varierar kraftigt. Det kan därför vara av stort värde att i framtiden genomföra investeringskalkyler som en del i förprojekteringen, innan beslut tas om större FoU-satsningar.

En viktig faktor vid investeringskalkyler är precision i indata. I de fall noggranna data saknats har vi tvingats till bedömningar. Om man är medveten om problemet kan det vara lättare att i framtida projekt fånga data löpande, med genomgående hög precision, genom att arbeta proaktivt, i nära samarbete med beställarna.

När det gäller avkastningskalkyler för genomförd FoU kan några principiella frågor uppkomma:

Vad hade hänt om vi inte genomfört detta FoU-projekt?

Avkastningskalkylerna är utförda *Ceteris paribus*, d.v.s. allt annat lika. Eventuella andra scenarier måste beräknas för sig, och jämföras med det här redovisade alternativet. Problemet är att alternativen inte är kända i dag.

Ska FoU-projekten tillgodoses nyttan som uppstår efter att ekonomisk livslängd löpt ut?

Denna nytta hanteras via kvantifiering av restvärdet. Nyttoeffekterna kan värderas och sedan läggas in i kalkylens restvärde.

Kan vi tillgodoses oss all vinst?

Det troligaste alternativa scenariot är att det uppkommer nya bättre koncept innan den ekonomiska livslängden för ovanstående FoU-projekt löpt ut. Detta scenario kan beräknas genom att förkorta den ekonomiska livslängden i avkastningskalkylerna, vilket också gjorts i känslighetsanalysen.

Har det hänt något innan vår FoU, eller externt, som ger upphov till avkastningen?

Det som hänt innan vår FoU, och externt, bör identifieras och ingå i avkastningskalkylen.

Referenser

- Andersson, G. & Granlund, P. 1994. Lätta på trycket med CTI. Resultat nr 3, Skogforsk.
- Andersson, G. & Westlund, K. 2008. Vägstandardens inverkan på skogsnäringens transportarbete, "Bärighetsutredningen", Arbetsrapport 663, Skogforsk.
- Arlinger, J. & Möller, J.J. 2006. Kvalitetssäkring av skördarnas mätning. Resultat nr 20, Skogforsk.
- Arlinger, J., Spångberg, K., Wilhelmsson, L., Lundqvist, S-O., Hedenberg, Ö., Jonasson, J. & Jansson, U. 2000. Vedegenskaper för massaindustrin behov. Redogörelse nr 2, Skogforsk.
- Brunberg, T. 2007a. Underlag för produktionsnormer för extra stora engreppsskördare i slutavverkning. Redogörelse nr 2, Skogforsk.
- Brunberg, T. 2007b. Ekonomin hos extra stor skördare tillsammans med stor skotare. Arbetsrapport 630, Skogforsk.
- Brunberg, T. 2011. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2010. Resultat nr 4, Skogforsk.
- Enström, J. 2005. Lämplig avvägning mellan investeringar i CTI-teknik och lagerhållning av virke för skogsindustrin. Examensarbete utfört i Kommunikations- och transportsystem vid Linköpings Tekniska Högskola, Campus Norrköping, Institutionen för teknik och Naturvetenskap (ITN).
- Eriksson, E. 1998. Utvärdering av tillämpad FoU vid Skogforsk: två fallstudier. Examens- och seminariearbeten/Skoglig marknadsinriktning nr 141. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. 48 s.
- Eriksson, U. (red.) 1995. Strategi för framtida skogsträdsförädling och framställning av förädlad skogsodlingsmaterial i Sverige ("Förädlingsutredningen"). Skogforsk, Uppsala 258 s.
- Forskningsberedningen. 2010. Forskning formar framtiden, betänkande från Utbildningsdepartementet.
- Frisk, M. & Rönqvist, M. 2005. Analys av virkesflöden med FlowOpt – tre fallstudier. Resultat nr 15, Skogforsk.
- Granlund, P., Eliasson, T. & Ersson, B. 1999. Bra affär med CTI på virkesbilen. Resultat nr 4, Skogforsk.
- Granlund, P. 2006. CTI på virkesfordon. Redogörelse nr 3, Skogforsk.
- Granlund, P. 2006. Fem miljoner kilometer med CTI. Resultat nr 10, Skogforsk.
- Granlund, P. & Andersson, G. 1998. Möt våren med CTI. Redogörelse nr 2, Skogforsk (sid 23–25).
- Ivarsson-Wide, M. & Belbo, H. 2009. Flerträdshantering och matarhjul ger effektiv avverkning i klen skog. Resultat nr 14, Skogforsk.
- Ivarsson-Wide, M. 2009. Klenträdsaggregat för skogsbränsle – en marknadsöversikt. Resultat nr 3, Skogforsk.
- Moberg, L. & Wilhelmsson, L. 2003. Nya beräkningsmodeller för vedegenskaper – ett verktyg för bättre utnyttjande av massaveden. Resultat nr 3, Skogforsk.
- Rosvall, O., Ståhl, P., Almqvist, C., Andersson, B., Berlin, M., Ericsson, T., Eriksson, M., Gregorsson, B., Hajek, J., Hallander, J., Högborg, K-A., Jansson, G., Karlsson, B., Kroon, J., Lindgren, D., Mullin, T. & Stener, L-G. 2011. Review of the Swedish tree breeding programme. Skogforsk.
- Röhfors, G. 2012. Däckutrustningens betydelse för miljöpåverkan och ekonomi vid virkestransporter. Examensarbetet vid Sveriges lantbruksuniversitet (under bearbetning).
- Skutin, S-G. 2012. Lönsamhet för CTI på virkesfordon. Arbetsrapport 771, Skogforsk.
- Vägverket 2007. Vägverkets föreskrifter om färd med fordon med variabelt däckstryck. VVFS 2007:3.
- Åkerlund, M. 2006. Utvärdering av CTI på virkesfordon. Examensarbete nr 87 2006, SLU, inst. För skogsteknologi. CTI-projekt Holmen Skog/Örnfrakt 2005–2006. SLU.

Bilagor

Indata per FoU-projekt

Bilaga 1 – Indata för Kvalitetssäkrad skördarmätning.

Bilaga 2 – Indata och grundkalkyl för Flerträdshantering av skogsbränsle.

Bilaga 3 – Indata och grundkalkyl för Sortering av massaved efter egenskaper (ett typfall).

Bilaga 4 – Indata och grundkalkyl för Extra stor skördare i slutavverkning.

Bilaga 5 – Indata för CTI, fingerat typfall i Västernorrlands län.

Bilaga 6 – Indata och grundkalkyl för FlowOpt (ett typfall).

Bilaga 7 – Lönsamhetskalkyl för CTI (fingerat typfall i Västernorrlands län).

Bilaga 8 – Beskrivning av lönsamhetskalkyl för CTI.

Bilaga 9 – Lönsamhetskalkyl för Kvalitetssäkrad skördarmätning.

Bilaga 1

Indata för Kvalitetssäkrad skördarmätning

Kalkylränta	8 %					
Ek livslängd	5 år. 2010–2014					
Restvärde	752 900	10 % av investeringen				
Bedömd implementeringstakt, kvalitetssäkrande skördarmätning						
År	Kvalitetssäkrade	Rapporterande	Summa			
	skördare, st	skördare, st				
2010	60	940	1 000			
2011	120	880	1 000			
2012	240	860	1 100			
2013	480	720	1 200			
2014	700	500	1 200			
Referenser:						
Bedömningar av Skogforsk (Johan Möller, Lars Wilhelmsson) efter företagsvisa kontakter med skogsbruket.						
Investeringar i FoU (Kr)						
År	Skogforsk ram	Skogforsk uppdrag	Skogsföretag	Maskin-tillverkare	SDC	VMF/VMF
2002		40 000				50 000
2003		325 000	100 000			100 000
2004		231 000	100 000	500 000		100 000
2005	126 000		100 000	500 000		100 000
2006	46 000		100 000	500 000		100 000
2007	7 000		100 000	500 000	3 600 000	100 000
2008	4 000					100 000
Referenser:						
FoU pågick 2002–2008 (Skogforsks bokföring)						
Skogforsks bokföring och personlig kommunikation med Gunilla Castenäs, SDC.						
Bedömningar avseende skogsföretag, maskintillverkare och VMR/VMF.						
Rammedel är den finansiering som Skogforsks intressenter tillför.						
Löpande kostnader (Kr)						
Se kalkyl i bilaga 9.						
Referenser:						
Skogforsks bokföring, personlig kommunikation med Gunilla Castenäs (SDC) och personlig kommunikation med Fredrik Hansson (VMF Qbera). Kalkyl av Lars Wilhelmsson, Skogforsk (bilaga 9).						

Fortsättning på bilaga 1.

Löpande vinst, Kr (löpande intäkter minus löpande kostnader)						
År	Vinst, miljoner kronor					
2010	112					
2011	120					
2012	148					
2013	194					
2014	226					
Referenser:						
Se särskild kalkylmodell i bilaga 9 (Lars Wilhelmsson, Skogforsk).						
Grundkalkyl för värdeökning (löpande kostnader och intäkter)						
Se särskild kalkyl i bilaga 9.						
Referenser:						
Skogforsk och personliga meddelanden från Johan Oja, SP Träteknik.						

Bilaga 2

Indata och grundkalkyl till Flerträdshantering av skogsbränsle

Kalkylränta	8 %					
Ek livslängd	5 år. 2008–2012					
Restvärde	1 044 600	10 % av investeringen				
Bedömd implementering						
År	Berörda maskiner, st	Implementeringsgrad				
2008	50	7 %				
2009	300					
2010	650					
2011	750					
2012	750	100 %	Full implementering, konceptet är infört på alla tillgängliga maskiner.			
Referens avseende implementering:						
Implementering enligt bedömning av Maria Iwarsson Wide, Skogforsk.						
Investeringar i FoU (Kr)						
År	Skogforsk ram	Maskintillverkning				
2006		2 000 000				
2007		2 000 000				
2008	724 000	1 000 000				
2009	1 172 000	1 000 000				
2010	650 000	1 000 000				
2011	450 000					
2012	450 000					
Referenser avseende investeringar:						
Skogforsk ram: enligt Skogforsks bokföring.						
Maskintillverkare enligt bedömning.						
Löpande nettointäkter, d.v.s. kostnadssänkning (Kr)						
År	Skördare, st	Total avv. m ³ s	Nettointäkt, kr			
2006						
2007						
2008	50	222 279	4 001 028			
2009	300	1 333 676	24 006 168			
2010	650	2 889 631	52 013 364			
2011	750	3 334 190	60 015 420			
2012	750	3 334 190	60 015 420			

Fortsättning på bilaga 2.

Grundkalkyl för årsvolym och kostnadssänkning (volym/maskin och netto/m ³ s används vid beräkning av nettointäkt ovan):					
År	Skördare, st	Volym/maskin	Tot. avv. m ³ s	Mervärde Kr/m ³ s	Nettointäkt, kr
2010	650	4 446	2 889 631	18	52 013 364
Referenser avseende kostnadssänkningar och grundkalkyl:					
Maria Iwarsson, Skogforsk.					
Torbjörn Brunberg, Skogforsk					
Antal maskiner 2010: Bedömning utifrån meddelande från tillverkare.					

Bilaga 3

Indata och grundkalkyl till **Sortering av massaved efter egenskaper**

Kalkylränta	8 %				
Ek livslängd	10 år, 2000–2009				
Restvärde	1 718 592	10 % av investeringen			
Bedömd implementering					
År	Implementeringsgrad				
1999	0 %				
2000	80 %	Implementering genomförd på 80 % av total volym.			
2001	80 %				
2002	80 %				
2003	80 %				
2004	80 %				
2005	80 %				
2006	80 %				
2007	80 %				
2008	80 %				
2009	80 %				
Referens:					
Implementering bedömd av Lars Wilhelmsson, Skogforsk.					
Investeringar i FoU (kr)					
År	Skogforsk ram	Skogforsk fond	Industri	SLU	Innventia
1996	1 090 000	238 000	200 000	200 000	600 000
1997	900 000	200 000	200 000	200 000	600 000
1998	655 712	299 149	300 000	300 000	600 000
1999	690 000	500 000	500 000	500 000	600 000
2000	720 734	713 642	700 000	700 000	600 000
2001	600 000	100 000	100 000	0	600 000
2002	469 583	64 264	100 000	0	600 000
2003	500 000	50 000	100 000	0	600 000
2004	494 837				
Referenser:					
Skogforsk Ram och Fond: enligt Skogforsk bokföring.					
Industri och SLU enligt bedömning.					
Innventia enligt Skogforsks beräkning.					
Rammedel är den finansiering som Skogforsks intressenter tillför.					

Fortsättning på bilaga 3.

Löpande kostnader (kr)					
År	Skogforsk uppdrag	Drift industri			
1996	113 000				
1997	0				
1998	0				
1999	0				
2000	0	100 000			
2001	0	100 000			
2002	0	100 000			
2003	0	100 000			
2004	160 285	100 000			
2005	100 000	100 000			
2006	20 000	100 000			
2007	20 000	100 000			
2008	20 000	100 000			
2009	20 000	100 000			
Referenser: Skogforsk uppdrag: Enligt Skogforsks bokföring och bedömning av Lars Wilhelmsson, Skogforsk. Industri enligt bedömning.					
Löpande intäkter (kr)					
År	Intäkt				
2000	7 200 000				
2001	7 200 000				
2002	7 200 000				
2003	7 200 000				
2004	7 200 000				
2005	7 200 000				
2006	7 200 000				
2007	7 200 000				
2008	7 200 000				
2009	7 200 000				
Referenser: Beräkningar av värdeökningar grundar sig på Arlinger m.fl.. 2000, personliga meddelanden från industrin samt Skogforsks bedömningar.					
Grundkalkyl för värdeökning (utifrån löpande kostnader och intäkter), vid implementering 100 %					
År	Mervärde, kr/m ³ fub	Volym, miljoner m ³ fub	Värdeökning, miljoner kr		
2009	0,71	10,0	7,1		
Referenser: Skogforsk					
Anm. Kalkylen avser sortering med en effektivitet på 75 % samt implementeringsgrad 80 %, med en löpande kostnad aktuellt år om 100 000 kr.					

Bilaga 4

Indata och grundkalkyl till **Extra stor skördare i slutavverkning**

Kalkylränta	8 %		
Ek livslängd	10 år, 2003–2012		
Restvärde	2 477 500	10 % av investeringen	
Genomförd FoU och bedömd implementering			
FoU 2000–2002, utvärdering och tidsstudier 2003–2007			
50 % implementering 2003–2005, därefter 100 % implementering			
(100 % implementering innebär att konceptet är infört överallt där det är relevant)			
Referenser:			
FoU framför allt enligt kända uppgifter, implementering enligt bedömning			
Investeringar i FoU			
År	Skogforsk ram	Skogsföretag	Maskintillverkare
2000			8 000 000
2001		100 000	8 000 000
2002		100 000	8 000 000
2003	85 000	50 000	
2004	85 000	50 000	
2005	85 000	50 000	
2006	85 000		
2007	85 000		
2008	Skogforsk totalt 424 000 kr		
2009			
2010			
2011			
2012			
Referenser:			
Skogforsk enligt bokföring, skogsföretag enligt bedömning och maskintillverkare enligt beräkningar.			
Rammedel avser den finansiering Skogforsks intressenter tillför.			

Fortsättning på bilaga 4.

Mervärden (sänkta löpande kostnader)			
År	Mervärde		
2000			
2001			
2002			
2003	7 000 000		
2004	7 000 000		
2005	7 000 000		
2006	14 000 000		
2007	14 000 000		
2008	14 000 000		
2009	14 000 000		
2010	14 000 000		
2011	14 000 000		
2012	14 000 000		
Enligt Skogforsks analyser ger avverkning med extra stor skördare i slutavverkning en kostnadssänkning på 0,7 m³fub, jämfört näst bästa system. Vid en avverkning med denna typ av maskinsystem om ca 20 mil m³fub erhålls mervärdet 14 miljoner kr.			
Grundkalkyl, avkastning per år			
Enligt inventering hade de större företagen tillsammans 184 XL-skördare 2009, vilka avverkade ca 9,97 milj. m³fub. Företagen representerade en total avverkning om 22,6 milj. m³fub slutavverkning. Andelen slutavverkning med XL-skördare var således 42 %. På nationell nivå var avverkningen 69 milj. m³fub varav 48 milj. slutavverkning. Vid en förtjänst om 0,7 kr/m³fub i förhållande till näst bästa system ger det vid 100 % implementering en årlig vinst om 14 miljoner kr med XL-skördarna.			
Referens och beräkning: Torbjörn Brunberg, Skogforsk.			

Bilaga 5

Indata till CTI, fingerat typfall i Västernorrlands län

Kalkylränta	8 %			
Ek livslängd	10 år, 2006–2015			
Restvärde	35 025	10 % av investeringen		
FoU och implementering				
FoU för hela konceptet startade ca år 1995.				
Implementeringen i riket startade successivt under perioden ca 2005–2008.				
Vad som redovisas här är ett fingerat typfall i Västernorrlands län, ett län med stora potentialer.				
Implementeringen i detta fall antas i kalkylerna vara 30 %.				
Referenser:				
Skogforsks bokföring, intervjuer.				
Investeringar i FoU, kr, (totalt, hela CTI-utvecklingen i Sverige)				
År	Skogforsk ram	Skogsföretag		
1995	773 000			
1996	0			
1997	570 000			
1998	68 000			
1999	488 000			
2000	83 000			
2001	11 000			
2002	90 000	2 000 000		
2003	559 000	2 000 000		
2004	1 285 000	2 000 000		
2005	1 394 000	2 000 000		
2006	1 351 000	2 000 000		
Investeringen för det aktuella fingerade fallet har beräknats som samtliga investeringar dividerat med årlig avverkningsvolym i riket, multiplicerat med årlig avverkningsvolym i det aktuella fallet.				
Referenser:				
Skogforsks bokföring resp. projektplaner.				
Kostnader och intäkter i typfallet: Se bilaga 7 (Kostnader och intäkter för CTI, för ett fingerat typfall i Västernorrlands län).				

Fortsättning på bilaga 5.

Mervärde, löpande kostnadsminskning (kr), för fingerat typfall i Västernorrlands län				
År	Andel CTI	Vinst per 30 % kr m ³ fub	Avverknings- volym m ³ fub	Vinst, totalt
2006	10 %	4,2	1 500 000	2 100 000
2007	10 %	4,2	1 500 000	2 100 000
2008	15 %	4,2	1 500 000	3 150 000
2009	20 %	4,2	1 500 000	4 200 000
2010	30 %	4,2	1 500 000	6 300 000
2011	30 %	4,2	1 500 000	6 300 000
2012	30 %	4,2	1 500 000	6 300 000
2013	30 %	4,2	1 500 000	6 300 000
2014	30 %	4,2	1 500 000	6 300 000
2015	30 %	4,2	1 500 000	6 300 000
Referenser:				
Särskild kostnads-intäktskalkyl (se bilaga 7).				
Grundkalkyl för löpande kostnader och intäkter:				
Se bilaga 7.				

Bilaga 6

Indata och grundkalkyl för **FlowOpt**, avseende ett typfall

Kalkylränta	8 %		
Ek livslängd	10 år. 2003–2012		
Restvärde	40 700	10 % av investeringen	
FoU och implementering			
FoU för hela konceptet skedde ca år 2003. Med ekonomisk livslängd 10 år blir kvarvarande implementeringsår 2011 och 2012.			
Vad som redovisas här är ett av totalt ca 20 st tillämpade projekt.			
Investeringen år 2003 för detta projekt är beräknat som total investering för alla projekt, dividerat med total volym för alla projekt, multiplicerat med berörd volym för detta projekt.			
Referenser:			
Skogforsks bokföring m.m.			
Investeringar i FoU, kr fördelat ut på resp. projekt			
År	Skogforsk ram	Universitet	
2002			
2003	257 000	50 000	
2004			
2005			
2006			
2007			
2008			
2009			
2010			
2011	100 000		
2012			
Referenser:			
Skogforsks bokföring m.m.			

Fortsättning på bilaga 6.

Löpande kostnader, kr, aktuellt projekt			
År	Skogsföretag		
2002			
2003			
2004			
2005			
2006			
2007	-180 000		
2008	-180 000		
2009			
2010			
2011			
2012			
Referenser: Skogforsks bokföring m.m.			
Löpande intäkter, kr, aktuellt projekt			
År	Miljoner m ³ fub	Kronor/m ³ fub	Total intäkt, miljoner kr
2011	5,8	3,9	22 600 000
2012			22 600 000
Referenser: Data från aktuellt projekt.			
År	Berörd volym, miljoner m ³ fub	Kostnadssänkning, kr/m ³ fub	Totalt mervärde, miljoner kr
2011	5,8	3,9	22,5
Referenser: Skogforsk			

Bilaga 7

Kostnader och intäkter för **CTI** för ett fingerat typfall i Västernorrlands län

A. FÖRUTSÄTTNINGAR		Kalkylen är en konsekvensberäkning av 30 % CTI.		
Avverkning, m ³ fub/år	1 500 000	varav 480 000 m ³ fub, transporteras med CTI.		
– Egen avv.	1 000 000			
– Köp	500 000			
Antal virkesfordon, st	35			
– Varav CTI-fordon, %	30			
– Varav CTI-fordon, st	10	Förutsätter att alla 35 fordon berörs av tjällossning, låg andel tjälsäkra trakter.		
Väglager, m ³ fub	30 000	En veckas efterfrågan. Avser väglager utöver transporttekniskt lager.		
– Liggtid	9 veckor	Inga kvalitetsnedsättningar.		
Industrilager, m ³ fub	30 000	En veckas efterfrågan vid industri/terminal (transporter med 35 virkesfordon).		
– Liggtid	6 veckor			
Stillestånd för virkesfordon	1,5 vecka/år	En och en halv vecka. Omräkning av nedsatt kapacitet under 3 veckor.		
Årsränta	8 %			
10 st CTI-fordon transporterar under 1,5 veckas stillestånd ut ca 13 000 m ³ fub. Antag dock att kapaciteten ökar 60 % till 20 800 m ³ fub (jmf. Enström, 2005) genom prioritering av avlägg nära industri. 30 % CTI-fordon kör då under tjällossningen in 35 % av 2 veckors lager, d.v.s. 3,5 dagars lager.				
<i>Anm. Enström 2005 hade inom distriktet 10 % tjälsäkra trakter och endast ca 50 % av efterfrågan lagrades.</i>				
B. KOSTNADSMINSKNINGAR	Kronor /m ³ fub	Berörd vol. m ³ fub	Kronor totalt	Anmärkning
1. Minskad flyttning				
– Kost och logi			0	Ingen övernattning.
– Fram- och återkörning			52 002	3 st ToR per år, 35 fordon.
2. Minskat stillestånd	72	15 141	1 090 141	Stillestånd 7,5 dagar, 10 fordon.
3. Minskad lunning				
– Minskat väglager, ränteeffekt	5,05	3 000	15 150	1/2 dag av väglagret avvecklas.
– Utebliven omlastning	20	3 000	60 000	
– Kvalitetsnedsättning	0	0	0	
4. Minskat industrilager	60	18 000	1 080 000	3 dagar av industrilagret avvecklas.
5. Underlättat köp			–	Går ej att kvantifiera för närvarande.
6. Fullt lass på BK2 och BK3	15,70	22 500	353 250	Berör 30 % av 5 % av årsvolymen.
7. Fullt lass på BK2 och BK3 vid tjälrestriktioner				Går ej att kvantifiera för närvarande.
Perioder då konventionella virkesfordon är avstängda.			–	

Fortsättning på bilaga 7.

8. Tillgänglighet på BK2 och BK3 året runt				Går ej att kvantifiera för närvarande.
Förbättrad ruttplanering (körsträcka och returer)			–	
9. Minskat vägunderhåll	0,24	1 000 000	240 000	Avser egen avverkning.
10. CTI-vägar				
Nybyggnation och upprustning	3,40	1 000 000	3 400 000	Avser egen avverkning.
11. Arbetsmiljö				Går ej att kvantifiera för närvarande.
12. Bränsleförbrukning			0	Ingår i fordonskalkyl.
C. KOSTNADSÖKNINGAR	Kronor/m³fub	Berörd vol. m³fub	Kronor totalt	Anmärkning
Transport med CTI-fordon	0,00	480 000	0	Fordonskalkylen är medvetet neutral.
D. RESULTAT	Kronor/m³fub	Berörd vol. m³fub	Kronor totalt	Anmärkning
Resultat med 30 % CTI-fordon	4,19	1 500 000	6 290 543	Avser typfall i Västernorrlands län.

Bilaga 8

Beskrivning av allmänna förutsättningar och variabler i lönsamhetskalkylen för CTI

Allmänna förutsättningar

Stillestånd för virkesfordon p.g.a. perioder med tjällossning och perioder med långvarigt regn leder till behov av upplagring av virke vid väg, terminal eller industri. Med CTI på virkesfordon försvinner i princip stilleståndet för aktuella fordon, och transporter underlättas både på enskilda och allmänna vägar med sänkt bärighet. De lagrade volymer som anges i kalkylen avser lagring orsakad av tjälproblem i virkesflödet.

Trafikverkets nya tjälpolicy, ”frihet under ansvar”, har minskat problemen med avstängda allmänna vägar. Vid intervjuer genomförda under 2011 verkar dock flyttning av virkesfordon, flyttning till trakter som för stunden saknar tjälproblem, kanske vara den faktor som mest påverkat (minskat) stillestånden i skogsbruket, under tjällossningen.

I den övergripande kalkylen som avser lönsamhet för skogsnäringen är kalkylräntan satt till 8 %, vid beräkning av lagerkostnader.

Kalkylen avser ett fingerat typfall (region eller förvaltning eller motsvarande) i Västernorrlands län, och lönsamheten är beräknad ur hela skogsnäringens perspektiv. Detta innebär att inga överväganden har gjorts avseende hur kostnader och intäkter fördelas i systemet.

Kalkylen är en konsekvensberäkning av 30 % CTI-fordon. En förutsättning i kalkylen är att det finns en mycket låg andel tjälsäkra trakter och att all efterfrågan under tjällossningsperioden lagras (i fallet Enström 2005, med 30 % CTI-fordon, lagrades endast ca 50 % av efterfrågan). En annan skillnad mot Enström 2005 är att den efterfrågan som lagras i vårt fall motsvarar en period som är längre än den period CTI-fordonen disponerar för att köra in volymen.

Uttrycket ”en veckas efterfrågan” motsvarar en veckas intransport med hela fordonsflottan, dvs. ej enbart CTI-fordon.

Väglager avser volymer utöver transporttekniskt lager (lager som krävs för att virkesfordon skall kunna genomföra rationella transporter).

Under tjällossningsperioden antas kapaciteten för CTI-fordon öka med 60 % genom prioritering av avlägg nära industri (jfr Enström, 2005). Förfaringssättet är etablerat i skogsnäringen när man snabbt vill öka virkesflödet till industrin.

Ett annat sätt som ibland tillämpas i praktiken är att använda den flexibilitet som finns hos relativt många åkerier i dag, att sätta in extra fordon (extra chaufförer) och att köra utanför ordinarie arbetstid.

Kalkylen är i grunden inte en jämförelse mellan alla olika alternativ för att lösa tjälproblemen. Exempelvis är alternativet med traditionella vägupprustningar inte med.

30 % CTI-fordon kan inte, med förutsättningarna ovan, lösa 100 % av tjälproblemen. Som framgår av kalkylen så är dock konceptet trots detta, i vårt typfall, lönsamt för skogsnäringen.

1. Minskad flyttning

Ökad flyttning av virkesfordon är troligen en förklaring till att skogsbruket hanterar tjälproblemen bättre i dag än tidigare. Flyttning sker till områden som för närvarande inte har tjälproblem. I sällsynta fall verkar flyttningen kräva övernattnings. I kalkylen förutsätts att man med 30 % CTI-fordon tar bort en del av behovet av flyttning.

2. Minskad stillestånd

Stillestånd av virkesfordon under tjällossningen leder till behov av lagring vid väg, terminal eller industri. Vid införandet av CTI beräknas stilleståndet (7,5 dagar per virkesfordon och år) försvinna för 30 % av fordonsflottan, den del som ersatts med CTI-fordon. Under tjällossningsperioden antas dock samtidigt kapaciteten för CTI-fordon öka med 60 % genom prioritering av avlägg nära industri.

3. Minskad lunning

Lagring vid bilväg förutsätts här ske av volym motsv. en veckas efterfrågan med en liggtid om 9 veckor. Lunning (skotning är ett annat uttryck) innebär att virkesfordon på svaga eller utsatta vägar kör ut virket till tjälsäker väg, för avlastning och lagring som väglager. Under tjällossningen transporteras virket vidare från tjälsäker väg till industri. De kostnadsposter som uppstår är omlastning, räntekostnader och kvalitetsnedsättning. Huruvida kva-

litetsnedsättning uppstår eller inte beror på klimat och lagringstid. I vårt fall antas att inga kvalitetsnedsättningar sker. Vägslaget byggs ofta upp under vintern, vilket i norra Sverige innebär att virket blir fryst, och sedan sakta tinat upp under våren. I kalkylen antas att väglaget minskas med ½ dag.

4. Minskat industrilager

Lagring förutsätts här ske av en volym motsvarande en veckas efterfrågan, med en liggtid på 6 veckor. Av detta lager antas 3 dagars industrilager kunna tas bort p.g.a. införandet av CTI. Liggtiden orsakas av att man inte vet när tjällossningsperioden börjar och slutar.

Beräkningen av kostnaden för industrilager utgår från beräkningsmetodiken i Bärighetsutredningen 2008 (Andersson m.fl., 2008), dock med justeringar när det gäller kvalitetskostnad för granmassaved och förhöjda transport- och avverkningskostnader.

Beräkning av kostnad för industrilager innehåller följande poster:

1. Grunddata: Industrilager, volym per sortiment, liggtid per sortiment, virkespris per sortiment.
2. Kvalitetskostnad (värdeförlust p.g.a. kvalitetsnedsättningar). Här har kvalitetskostnad för granmassaved ersatts med motsvarande värde för grantimmer, p.g.a. antaganden om stilleståndskostnad i industri inte ingår i denna studie.
3. Förhöjda transport och avverkningskostnader p.g.a. ojämnt resursutnyttjande. Ingår ej p.g.a. andra förutsättningar i denna studie.
4. Hantering och bevattning vid lagring (massaved vid järnvägsterminal eller bilvägsterminal, timmer i direkt anslutning till sågverket).
5. Extra transport vid lagring (massaved).
6. Räntekostnader (årsränta och uppgifter enligt ovan).
7. Begränsningar i tillåten fordonsvikt, BK2 och BK3 (beräknas separat i stället).

De virkespriser som använts är från Skogsstatistisk årsbok 2010 och avser leveransvirke, genomsnitt för hela landet.

5. Underlättat köp

Enligt genomförda intervjuer är tillgång till CTI-fordon ett argument vid virkesköp. Skogsägaren är ofta medveten om att CTI ger mindre skador på skogsbilvägen. Med CTI är det också enklare att få tillstånd av enskilda vägföreningar att få köra in på vägen under perioder med lägre bärighet. Dessa faktorer går dock inte för närvarande att kvantifiera eller värdera.

6. Fullt lass på BK2 och BK3

CTI-fordon har av Trafikverket fått ett generellt undantag, att köra med fullt lass (bruttovikt 60 ton) på allmänna vägar med bärighetsklass BK2 och BK3. För konventionella virkesfordon gäller 51,4 resp. 37 ton. CTI-fordon ger därmed en ökad nettolast året runt, med enstaka undantag för helt nedsatta, avstängda, vägar. Observera den studie för BK3 som redovisas i Granlund m.fl. (1999). Enligt Bärighetsutredningen 2008 medför transport på BK2 en kostnadsökning på 17 % (Andersson m.fl., 2008). För Västernorrlands län framförs i dag bedömningsvis ca 5 % av årsvolymen på BK2 och BK3-vägar (personligt meddelande från transportchef). Då är volymer framkörda av CTI-fordon borträknade.

7. Fullt lass på BK2 och BK3 vid tjälrestriktioner

Vid tjälrestriktioner är det ibland så att vägen är helt avstängd för konventionella virkesfordon, medan CTI-fordon fortfarande får köra med fullt lass. Denna potential kan för närvarande inte beräknas, p.g.a. att underlag saknas.

8. Tillgänglighet på BK2 och BK3 året runt

CTI-fordon kan i princip köra på BK2 och BK3 året runt (dock inte på broar med dessa klassningar). Det innebär ökad åtkomst till virke och möjligheter till förbättrad ruttplanering (körsträcka och retur). Denna potential kan för närvarande inte beräknas, p.g.a. att underlag saknas.

9. Minskat vägunderhåll

CTI minskar kostnaderna för vägunderhåll, p.g.a. det lägre marktrycket. Åkerlund har beräknat vilken inverkan CTI har på vägunderhållskostnader orsakade av sönderkörning (Åkerlund, 2006, sid. 28)). Kostnaden som redovisas i tabellen är en härledning utifrån Åkerlunds

resultat. Det är osäkert hur stort underlag Åkerlunds bedömning grundar sig på.

10. CTI-vägar istället för konventionell skogsbilväg

Om en relativt stor del av fordonsflottan, kanske 30 %, utgörs av CTI-fordon finns det möjlighet att på egen skog bygga CTI-vägar. Dessa har en lägre nybyggnads- och upprustningskostnad, p.g.a. enklare och grövre överbyggnad jämfört med konventionella skogsbilvägar. Skogforsk har genomfört en kostnadskalkyl som redovisas i lönsamhetskalkylen. Kalkylen för CTI-vägar bygger dels på erfarenhetstal, dels på vägkostnad enligt den årliga kostnadsenkäten i skogsbruket (se Brunberg, 2011).

11. Arbetsmiljö

CTI ger en kraftig minskning av vibrationerna i förarhytten vilket bedöms ge chaufförerna bättre hälsa och minskad sjukskrivning. Värdet av detta är dock svårt att beräkna.

12. Bränsleförbrukning

Denna post ingår i fordonskalkylen, och antas vara oförändrad.

FORDONSKALKYL

Vi har upprättat en fordonskalkyl för ett konventionellt virkesfordon och en jämförelse med ett CTI-fordon. Transportkostnaden blev i vårt fall oförändrad. Detta är delvis avsiktligt. Resultatet påverkas relativt kraftigt av hur resp. variabel dimensioneras. Ett exempel kan vara

hur mycket extra körning fordonet kan beräknas få, p.g.a. uteblivet stillestånd och p.g.a. att CTI-fordon kan vara mer attraktiva för transportköparen.

För kalkylen gäller att:

1. Kalkylräntan är satt till 4 %.
2. Medeltransportavstånd är 88 km, motsvarande riksgenomsnittet (se Skogsstatistik årsbok 2008, uppgiften uppdateras inte längre).
3. Antal nyttjade timmar har för CTI-fordonet ökat med totalt 120 timmar.
4. Investeringen för CTI-aggregatet är 200 000 kr, 160 000 kr på bilen och 40 000 kr på släpet, med en avskrivningstid på 5 år för fordonet och 8 år för släpet.
5. CTI-fordonet har något högre restvärde (p.g.a. minskat slitage).
6. CTI-fordonet har 5 % högre underhållskostnader. (Enligt genomförda intervjuer under 2011, inom projektet och Röhfors 2012, har CTI-fordon högre underhållskostnader. Det är dock svårt att kvantifiera skillnaden, siffran är relativt osäker).
7. Däcken på CTI-fordonet har 10 % högre hållbarhet.
8. Bränsleförbrukningen för CTI-fordonet är oförändrad.

Bilaga 9

Lönsamhetskalkyl för **Kvalitetssäkrad skördarmätning 2011** . Kalkylmodell av Lars Wilhelmsson, Skogforsk

Kalkyl ökad försågning (1)		Produktion, m³fub/år	Timmerandel, %	Timmer m³fub/år				Kvalitetssäkrad maskin kostnad/m³fub, timmer	
Kvalitetssäkrade skördare		75 000	60 %	45 000				0,71	
Rapporterande skördare (KTR)		60 000	50 %	30 000				0,41	
	Antal skördare, riket		Effekt ökad träff %-enhet	miljoner m³fub	Andel av timmer, riket	Skillnad i värde vid rätt aptering kr/m³ produkt	SDC-system förv. skördar-rapp.	Intäkt beräknad på behandlad volym kr/m³fub timmer	Hela timmer-volymen nettovärde kr/m³fub
						950			
							Tot, kr/år		
							1 300 000		
							kr/m³fub		
Kvalitetssäkrade skördare	120		4 %	5	10 %		0,05	38,0	3,65
Rapporterande skördare (KTR)	880		2,5 %	26	10 %		0,05	23,8	2,28
					miljoner m³fub				
	Summa/medel		2,7 %	32	3			26,2	2,51
	Totalt värde (miljoner m³fub)								79,89

Fortsättning på bilaga 9.

Kalkyl minskad kortning (2)	Av-sedd	Justerad längd		Centrumutbytets andel av sågtimmervolym			Centrum-utbyte	Torrflis	Värde		
Andel centrum-utbyte, %	450	450	100 %	35 %			2 200	150	770		
Efter kortning	450	390	87 %	0			2 200	150	674		
								Diff. i kr resp. %	96	12 %	
	Antal skördare, riket	Effekt ökad träff %-enhet	miljoner m ³ fub	Andel av centrum-utbyte		Skillnad i värde vid rätt längd, kr/m ³ produkt			SDC-system förv. skördar-rapp.	Intäkt beräknad på behandlad volym kr/m ³ fub timmer	Hela timmer-volymen netto-värde kr/m ³ fub
					100 %		96				
									Kr/m ³ fub		
Kvalitetssäkrade skördare	120	4 %	5	65 %					0,05	3,8	1,8
Rapporterande skördare (KTR)	880	2,5 %	26	65 %					0,05	2,4	1,1
					miljoner m ³ fub						
	Summa/medel		32	21						2,6	1,3
	Totalt värde (miljoner m ³ fub)										40,04

Fortsättning på bilaga 9.

Tabell 1. Vinst per kalkylmodell och totalt år 2011.				
Kalkylmodell			Beaktad volymandel timmer miljoner m ³ fub	Total vinst miljoner kronor
Kalkylmodell 1, ökad försågning			3	79,9
Kalkylmodell 2, minskad kortning			21	40,0
Summa vinst			24	119,9
Tabell 2. Vinst per skördarkategori år 2011				
Skördarkategori		Vinst kr/m ³ fub	Volym timmer miljoner m ³ fub	Total vinst miljoner kr
Certifierade/kvalitetssäkrade skördare		5,5	5	29,5
Rapporterande skördare		3,4	26	90,4
Summa vinst				119,9
Anm. Volym och vinst avser total volym timmer hanterad av de aktella skördarna.				
Resultat per år av implementering				
År	Kvalitetssäkrade skördare, st	Rapporterande skördare, st	Summa	Vinst/år miljoner kr
2010	60	940	1 000	111,2
2011	120	880	1 000	119,9
2012	240	860	1 100	147,5
2013	480	720	1 200	193,3
2014	700	500	1 200	225,2

TIDIGARE REDOGÖRELSE FRÅN SKOGFORSK

2011

- Nr 1** Rosvall, O. Lundström, A.: Förädlingseffekter i Sveriges skogar

2010

- Nr 1** Bergkvist, I.: Drivare i svenskt skogsbruk
- Nr 2** Pettersson, F. Bergström, R. Jernelid, H. Lavsund, S. Wilhelmsson, L.: Älgbetning och tallens volymproduktion.
- Nr 3** Almqvist, C. Wennström, U. Karlsson, B.: Förädlad skogsodlingsmaterial 2010-2050.

2008

- Nr 1** Furness-Lindén, A.: Affärsutveckling i relationen stor kund / liten leverantör – vad kan skogsbruket lära?
- Nr 2** Simonsen, R. Rosvall, O. Gong, P.: Lönsamhet för produktionshöjande skogsskötselåtgärder.
- Nr 3** Ring, E. Löfgren, S. Sandin, L. Högbom, L. Goedkoop, W.: Skogsbruk och vatten – en kunskapsöversikt.
- Nr 4** Pettersson, F.: Effekt av gallringsform i tallförsöket Kolfallet
- Nr 5** Möller, J.J. Arlinger, J. Hannrup, B. Jönsson, P.: Virkesvärdestest 2006
- Nr 6** Thorsén, Å. Frisk, M. Furness-Lindén, A. Iwarsson, M. Thorsén, Å.: Snabbare tillämpning av FoU-resultat i skogsbruket

2007

- Nr 1** Bergkvist, I.: Stråkröjning i praktisk drift 2005-2006.
- Nr 2** Brunberg, T.: Underlag för produktionsnorm för extra stora engreppsskördare i slutavverkning.

2006

- Nr 1** Kroon, J. Rosvall, O.: Förflyttningseffekter hos vit- och svartgran i norra Sverige.
- Nr 2** Skogforsk: Utvecklingskonferens 2006, dokumentation.
- Nr 3** Granlund, P.: CTI på virkesfordon.
- Nr 4** Karlsson, B.: Trakthyggesbruk med gran och självföryngrad björk, en jämförande studie.
- Nr 5** Karlsson, B.: Trakthyggesbruk och kontinuitetsskogsbruk med gran, en jämförande studie.

2004

- Nr 1** Utvecklingskonferens 2004.
- Nr 2** Werner, M. Heurlin Karlsson, L.: Skånska strövområden – vistelse, preferenser och värderingar.
- Nr 3** Brunberg, T.: Underlag till produktionsnormer för skotare.
- Nr 4** Rytter, L.: Produktpotential hos asp, björk och al.
- Nr 5** Kroon, J. Rosvall, O.: Optimal produktion vid nordförflyttning av gran i norra Sverige.

Skogforsk arbetar för ett lönsamt, uthålligt bruk
av skogen. Vår verksamhet består av tillämpad FoU,
uppdrag och kunskapskommunikation.



SKOGFORSK