



# Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 771 2012

## Lönsamhet för CTI på virkesfordon

Cost-benefit analysis of using CTI  
on roundwood haulage vehicles

Sten-Gunnar Skutin

# Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 771 2012

I Arbetsrapporter redovisar Skogforsk resultat och slutsatser från aktuella projekt. Här hittar du bakgrundsmaterial, preliminära resultat, slutsatser och färdiga analyser från vår forskning.

## Titel:

Lönsamhet för CTI på virkesfordon.  
Cost-benefit analysis of using CTI on roundwood haulage vehicles.

## Bildtext:

Ett CTI-fordon på uppdrag i Sundsvallsområdet.  
Foto: Paul Granlund.

## Ämnesord:

CTI, Central Tyre Inflation, logistik, virkesförsörjning, tjällossning.

CTI, Central Tyre Inflation, logistics, wood supply, spring thaw.

## Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2012

ISSN 1404-305X



**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

CTI on timber trucks facilitates roundwood haulage on roads with reduced bearing capacity, during spring thaw and periods of prolonged rain. Downtime of timber trucks or a similar loss of transport capacity due to spring thaw means that roundwood must be stored by the truck road, at the terminal or at the mill to secure the wood supply. Downtime also reduces haulier revenues. However, interviews indicate that the picture is changing. Many of the interviewed transport managers report that successive movement of timber trucks to areas where spring thaw is not causing problems is an important solution to some of the thaw problems. In this study, a cost-benefit analysis was carried out for a logging area in a county with a large proportion of soils with high amount of silt or clay. In the scenario, introduction of CTI added value to the forest industry of approximately SEK 4/m<sup>3</sup> (solid ub), when 30% of the vehicles had CTI.

# Innehåll

Summary.....	2
Sammanfattning.....	3
1. Bakgrund.....	4
2. Syfte.....	4
3. Hypotes.....	4
4. Avgränsning.....	4
5. Metodik.....	5
Intervjuer.....	5
Litteraturstudier.....	5
Lönsamhetskalkyl för skogsnäringen, vid implementering av CTI på virkesfordon.....	5
6. Resultat och diskussion.....	6
Resultat av Intervjuundersökning.....	6
Drivkrafter och hinder för implementering av CTI-konceptet.....	6
Lönsamhetskalkyl för skogsnäringen avseende CTI på virkesfordon – ett typfall i Västernorrlands län.....	9
Känslighetskalkyl för lönsamhetskalkylen.....	12
Särskilda frågor.....	12
Arbetsmiljö.....	12
Bränsleförbrukning.....	12
Omvärldsförändringar.....	12
Slutsatser.....	13
Referenser.....	13
Personlig kommunikation.....	14
Bilaga 1 Beskrivning av allmänna förutsättningar och variabler i lönsamhetskalkylen för CTI.....	15
Bilaga 2 Skärmbilder från fordonskalkyl (programmet Transam).....	21
Bilaga 3 Andel vägar med bärighetsklass BK2 och BK3, redovisat per län.....	25

## Summary

CTI, Central Tyre Inflation, on timber trucks facilitates roundwood haulage on roads with reduced bearing capacity, during spring thaw and periods of prolonged rain. Many forestry companies have started to implement CTI or are facing strategic decisions about implementation of CTI, so there is a stakeholder interest in broader analysis of the profitability and potential of the concept.

Downtime of timber trucks or a similar loss of transport capacity due to spring thaw means that roundwood must be stored by the truck road, at the terminal or at the mill to secure the wood supply. Downtime also reduces haulier revenues. The incentives for CTI have therefore been to reduce transport capacity losses and to reduce the need for wood stocks.

Interviews indicate that the picture is changing. Many of the interviewed transport managers report that successive movement of timber trucks to areas where spring thaw is not causing problems is an important solution to some of the thaw problems.

During a 'normal' year, downtime is at zero level – a few days per timber truck and year (this applies to Norrland and northern Svealand). However, even if the vehicles are not completely inoperative, their capacity may be reduced for a certain number of days. Even in the public road network, there are naturally problems of bearing capacity, which hinder efficient logistics.

The conclusion is that CTI is most profitable in areas with a large proportion of soils with high amount of silt or clay and large wood flows.

In this study, a cost-benefit analysis was carried out for a theoretical logging project in the county of Västernorrland. In the scenario, introduction of CTI added value to the forest industry of approximately SEK 4/m<sup>3</sup> (solid ub), when 30% of the vehicles had CTI.

The cost-benefit analysis for the sector as a whole showed that the largest reductions in costs through the use of CTI are:

- Construction and improvement of CTI roads.
- Reduced downtime for timber trucks.
- Reduced wood stocks.

At haulier/vehicle level, the calculation to compare a conventional timber truck with a CTI vehicle showed a marginal difference in our example. This is partly deliberate because the result is affected strongly by how each variable is defined. An example can be how much extra mileage can be estimated for the vehicle because of less downtime and because a CTI vehicle can be more attractive for the transport purchaser.

## Sammanfattning

CTI, Central Tyre Inflation, på virkesfordon underlättar virkestransporter på vägar med sänkt bärighet, under tjällossning och perioder med långvarigt regn. Flera skogsföretag har påbörjat implementering av CTI eller står inför strategiska beslut när det gäller införandet av CTI, det finns därför ett intresse för en bredare analys av konceptets lönsamhet och potentialer.

Stillestånd på virkesfordon, eller motsvarande förlust av transportkapacitet, orsakade av tjällossningen, ger behov av att bygga lager av rundvirke, vid bilväg, terminal eller industri, för att kunna säkra virkesförsörjningen. Stilleståndet påverkar även åkeriets ekonomi negativt. Drivkrafterna för CTI har därför varit att kunna minska bortfallet av transportkapacitet och minska behovet av virkeslager.

Genomförda intervjuer indikerar dock att verklighetsbilden har förändrats. Flera av de intervjuade transportledarna anger succesiv *flyttning* av virkesbilar till områden som för stunden inte har tjälproblem som en viktig lösning på en stor del av tjälproblemen.

Stilleståndet ligger i dag under ett ”normalår” på nivån noll - några dagar per virkesfordon och år (avser Norrland och norra Svealand). Även om inte fordonen står stilla kan de dock ha nedsatta kapacitet under ett visst antal dagar. Även i det allmänna vägnätet finns det naturligtvis bärighetsproblem, vilket i dag hindrar en effektiv logistik.

Bedömningsvis har CTI högst lönsamhet i områden med stor andel finjordsrika marker och samtidigt stora virkesflöden.

I denna studie har en lönsamhetskalkyl upprättats för en tänkt förvaltning eller region i Västernorrlands län. I typfallet gav införandet av CTI ett mervärde för skogsnäringen om ca 4,00 SEK/m<sup>3</sup>fub, i en situation med 30 % CTI-fordon.

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

- Byggnad av och utrustning till CTI-vägar.
- Minskat stillestånd på virkesfordon.
- Minskat industrilager.

I fordonskalkylen för jämförelse av ett konventionellt virkesfordon med ett CTI-fordon blir i vårt fall skillnaden marginell. Detta är delvis avsiktligt, p.g.a. att 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.

# 1. Bakgrund

Skogforsk har sedan 1990-talet i samarbete med en rad olika intressenter arbetat med FoU av CTI (Central Tyre Inflation) på virkesfordon. CTI på virkesfordon underlättar virkestransporter på vägar med sänkt bärighet, under tjällossning och perioder med långvarigt regn. Flera skogsföretag har nu påbörjat implementering av CTI eller står inför strategiska beslut när det gäller införandet av CTI. Det finns därför i dag ett intresse för en bredare analys av konceptets lönsamhet och potentialer.

## 2. Syfte

Syftet med projektet är att beräkna och bedöma lönsamhet och potentialer för CTI-konceptet, kalkylmässigt för ett typfall i Västernorrlands län, kompletterat med diskussioner för övriga delar av riket. Både lönsamhet för skogsnäringen och lönsamhet för det enskilda åkeriet berörs.

Resultatet av projektet i form av intervjuresultat, lönsamhetsberäkningar och analyser, bör kunna utgöra en del av grunden för olika aktörers beslut när det gäller investering i CTI-tekniken. De bör också kunna användas av olika aktörer för värdering av CTI-tekniken i ett systemperspektiv.

## 3. Hypotes

Hypotesen är att CTI-konceptet, i ett systemperspektiv, kan ge:

- Minskade fordonskostnader (åkarens perspektiv).
- Minskad risk i virkesförsörjningen och minskade lagrings- och transportkostnader (industrins perspektiv).
- Minskade väggkostnader (väghållaren).
- Förbättrad arbetsmiljö (chauffören).

## 4. Avgränsning

Analysen genomförs för ett fingerat typfall, skogsförvaltning eller region, i Västernorrlands län, dock med utblickar mot övriga Sverige. Västernorrlands län har bedömningsvis den högsta andelen finjordsrika marker i Sverige samt rikets högsta andel BK2- och BK3-vägar, i kombination med stora virkesflöden. I länet finns också den största erfarenheten av CTI-fordon i praktisk drift. Detta gör sammantaget att området är intressant för ett typfall.

## 5. Metodik

### INTERVJUER

- Transportledare i norra och mellersta Sverige intervjuades per telefon (åkare har under 2011 intervjuats av Gustaf Röhfors i ett examensarbete på Sveriges Lantbruksuniversitet, med Skogforsk som uppdragsgivare). Totalt intervjuades ca 10 st transportledare och transportchefer i Mellansverige och Norrland.
- Djupintervjuer genomfördes därefter hos fyra skogs- och transportföretag fördelade över hela riket.
- Via intervjuerna identifierades drivkrafter och hinder för implementering av CTI-konceptet.

Vid intervjuerna inhämtades även bedömningsgrunder och indikationer till lönsamhetskalkylen för ett typfall i Västernorrlands län (skogsnäringens perspektiv), och till fordonskalkylen (åkarens perspektiv).

### LITTERATURSTUDIER

Här har uppgifter inhämtats om andel BK2 och BK3 (bärighetsklass BK2 och BK3) per län. Även vissa övriga uppgifter och litteratur har gått igenom.

### LÖNSAMHETSKALKYL FÖR SKOGSNÄRINGEN, VID IMPLEMENTERING AV CTI PÅ VIRKESFORDON

- En övergripande kalkylmodell i Excel användes, med variabler definierade utifrån intervjuer och litteraturstudier, avseende typfallet i Västernorrlands län.
- Till kalkylen finns en underliggande fordonskalkyl (se Bilaga 1 och 2).
- Data till modellen inhämtades från intervjuer, statistik och forskningsresultat.
- Bedömning av vilken andel CTI-fordon som är lämplig sker utifrån erfarenheter från olika företag eller typfall, inklusive Enström 2005. Lämplig andel CTI påverkas även av hur kraftiga variationer i virkesflödet man tvingas hantera, dvs. det krävs en riskanalys. I grunden är det dock minskad transportkapacitet p.g.a. stillestånd på virkesfordon, p.g.a. tjällossning, som skapar lagerbehov.
- Utfallet från lönsamhetskalkylen redovisas nedan under Resultat och diskussion.
- För varje post i lönsamhetskalkylen (samt för fordonskalkylen) upprättades en beskrivning, som återges i Bilaga 1.
- Värde för resp. variabel i fordonskalkylen framgår av skärmbilder, återgivna i Bilaga 2.

## 6. Resultat och diskussion

### RESULTAT AV INTERVJUUNDERSÖKNING

#### Drivkrafter och hinder för implementering av CTI-konceptet

##### Stillestånd och industrilager

Stillestånd på virkesfordon, eller motsvarande förlust av transportkapacitet, orsakade av tjällossningen, ger behov av att bygga lager av rundvirke, vid bilväg, terminal eller industri, för att kunna säkra virkesförsörjningen. Stilleståndet påverkar även åkeriets ekonomi negativt. Drivkrafterna för CTI har därför varit att kunna minska bortfallet av transportkapacitet och minska behovet av virkeslager.

De intervjuer som genomförts under 2011 indikerar dock att verklighetsbilden har förändrats. Inte minst orsakat av ökad flyttning av virkesfordon (se nedan). Stilleståndet ligger i dag under ett ”normalår” (se starttidpunkt och varaktighet nedan) på nivån noll - några dagar per virkesfordon och år (avser Norrland och norra Svealand). Även om inte fordonen står stilla kan de dock ha nedsatta kapacitet under ett visst antal dagar. Vissa företag har lagt ned stora summor på att tjälsäkra det enskilda vägnätet. Även i det allmänna vägnätet finns det naturligtvis bärighetsproblem, vilket i dag hindrar en effektiv logistik.

Starttidpunkten för tjällossningen varierar kanske plus minus 14 dagar från år till år. Men även längden på tjällossningsperioden varierar. Det innebär att man måste bygga lager som har säkerhetsmarginaler för att klara av denna riskhantering. Även kraftig nederbörd under en längre period kan vålla stora problem. I Västernorrlands län t.ex. tvingades man i september 2011 stänga av ett flertal skogsbilvägar. Tjällossningen starttidpunkt är någorlunda förutsägbar, det är inte höstregnen på samma sätt.

I dag har man enligt intervjuerna normalt låga eller mycket låga lagernivåer på industrierna i samband med tjällossningen (här finns dock avvikelser mellan företag och industrier). Flera av de intervjuade transportledarna anger succesiv **flyttning** av virkesbilar till områden som för stunden inte har tjälproblem som en viktig lösning på en stor del av tjälproblemen. I vissa fall rör sig tjällossningen väldigt tydligt, från kusten och inåt land, vilket underlättar planering för hur man skall flytta bilarna. Ökad flexibilitet och uppluckring av åkarnas hemområden har möjliggjort den ökade flyttningen. Åkarnas inställning verkar i dag, åtminstone delvis, ha förflyttats mot ”lös uppgiften, oavsett när, var och hur”. Åkarna har i högre grad än tidigare flexibla resurser, chaufförer som kan gå in och ut i verksamheten, eller arbeta på olika tider av dygnet eller helg. Man har även i en del fall alternativ sysselsättning, t.ex. att köra byggmaterial. Trafikverkets liberala tjälpolicy har dessutom gett ökade möjligheter att köra på tidigare helt avstängda allmänna vägar, även om det kan bli på tidiga morgnar eller på natten. Bedömningsvis har **CTI högst lönsamhet i områden med stor andel finjordsrika marker och samtidigt stora virkesflöden**. Man inser här att Västernorrlands län är ett intressant område.



Andel finjordsrika marker kan bedömningsvis mätas indirekt genom andel BK2 och BK3 per län (se Bilaga 3). Om man använder andel BK2 och BK3 som mätare så finns det potentialer för CTI i framför allt Västernorrlands län (19 % BK2 och BK3), följt av Jämtlands (10 %), Norrbottens (9 %), Västerbottens län (9 %) och Västra Götalands län (6 %). (Källa: "Fördelning BK-klasser och total väglängd per län på statliga vägar", Arbetsrapport 663, 2008, Bilaga 2. Uppgifter från Vägverket, 2008).

De flesta som intervjuats uppger att tillgång till CTI-fordon är viktigt argument i köpverksamheten, vid virkesköp av privatskogsägare. Skogsägaren inser att CTI ger små skador på skogsbilvägen. Med CTI är det också lättare att av den enskilde vägföreningen få tillstånd att köra in på vägen under förfallstider. Denna potential kopplad till virkesköp verkar finnas i hela Sverige.

Med CTI, Central Tyre Inflation, kan föraren variera däcktrycket på ett fordon. När man sänker däcktrycket ökar däckens anliggningsyta och då minskar marktrycket. En virkesbil med CTI kan därför i de flesta fall köra med fullt lass på vägar som är nedklassade, har tjälrestriktioner.

Trafikverket har utfärdat en generell dispens för virkesbilar med CTI-teknik att köra med BK1-last (fullt lass) på BK2- och BK3-vägar. Detta gäller normalt även under tjällossningen (om inte Trafikverket gjort en mycket kraftig nedklassning för aktuell väg). CTI-fordon kan således genomgående på alla bärighetsklasser ha en bruttovikt på 60 ton, medan konventionella virkesfordon får ha en maximal bruttovikt om 51,4 ton på BK2 och en maximal bruttovikt om 37 ton på BK3. Denna potential faller framför allt ut i norra Sverige.

Skogforsk har genomfört studier av virkestransport på BK3 med CTI. I studien kunde CTI-fordonet köra med fullt lass, medan det konventionella fordonet tvingades till kraftig reducerad last. Med CTI slapp åkaren köra ut virket i omgångar (antal vändor minskar) och slipper också tidskrävande omlastningar (Granlund, 1999).

Vid en större andel CTI-fordon, kanske 30 %, finns det möjligheter att börja bygga och investera i CTI-vägar, för de egna skogsbilvägarna. Vägar byggas med en grövre överbyggnad. Både vid upprustning och nybyggnad blir kostnaden betydligt lägre än vid traditionell skogsbilväg.

Vid behov kan man öka den totala transportkapaciteten på CTI-fordon genom att sätta in extra chaufförer, köra utanför ordinarie arbetstid, och genom att sätta in fordonen på trakter som ligger nära industri (ger lägre tidsåtgång per transport, större volym per dag).

### **CTI ur åkarens perspektiv**

Röhfors (2012) genomförde under 2011 intervjuer av 28 åkeriföretag med erfarenhet av CTI. De flesta av de aktuella CTI-fordonen går i mellersta och norra Sverige. De flesta av intrycken stämmer med utfallet från de djupintervjuer av skogs- och transportföretag som Skogforsk utförde i samband med denna studie.

Några resultat från (Röhfors, 2012) och personlig kommunikation med Gustaf Röhfors i november 2011.

1. I de fall åkeriet får ersättning för CTI sker det normalt som påslag på taxan eller som investeringsstöd för CTI-aggregatet.
2. Antal utnyttjandet timmar ökar, i vissa fall kraftigt. Orsaken är, förutom minskat stillestånd, att CTI-åkare ofta blir prioriterade åkare, med mer körning.
3. Minskade vibrationer ger mindre slitage på fordon och släp och därmed längre livslängd.
4. Mindre slitage ger ökad livslängd på däcken.
5. Komforten i förarhytten, arbetsmiljön, blir betydligt bättre med CTI.
6. Underhållskostnaderna, service och rep, ökar dock med CTI (avser själva CTI-utrustningen enligt Skogforsks intervjuer).
7. Man ser ingen större förändring i bränsleförbrukning.
8. Stillestånd p.g.a. pypunka kan nu förhindras genom att följa tryckmätarna på instrumentpanelen.
9. Det finns en risk för att CTI-åkarna i högre grad får ta dåliga körningar, medan de konventionella virkesfordonen får avlägg som ligger bra till och är lättkörda.

Till ovanstående kan tilläggas att CTI-konceptet, enligt djupintervjuerna som Skogforsk genomfört, kräver ett högt engagemang av berörda åkare, p.g.a. att ökat underhåll och att ökad uppmärksamhet krävs.

#### **CTI ur väghållarens perspektiv**

När man sänker däcktrycket ökar däckens anliggningsyta och då minskar marktrycket. Detta ger minskade skador och slitage på skogsbilvägar, enskilda vägar och på allmänna vägar.

Trafikverket har medgett en generell dispens för CTI-fordon att färdas med BK1-vikter (bruttovikt 60 ton) på BK2 och BK3. En virkesbil med CTI kan därför i de flesta fall köra med fullt lass på allmänna vägar som är nedklassade, har tjälrestriktioner. Det kan dock komma att visa sig att detta ger större skador inne i väggroppen än beräknat (personlig kommunikation med Åke Gustafsson, Trafikverket), med ackumulerat reparationsbehov som följd.

#### **Osäkerhet**

Ett viktigt hinder mot implementering är den osäkerhet som återges av flera skogsföretag:

- Hur stor andel CTI-bilar bör man ha?
- Vilken lönsamhet ger CTI? För skogsföretag resp. åkaren.
- Hur ser en korrekt fordonskalkyl ut? En viktig faktor är hur mycket det årliga utnyttjandet ökar med CTI (p.g.a. minskat stillestånd, men eventuellt även p.g.a. ökad attraktionskraft).

- Kan avtalsformerna behöva utvecklas för ökad total effekt? Det ekonomiska resultatet av CTI är olika för virkesköpare (transportköpare), åkeri (transportsäljare) och väghållare.
- Vilken ekonomisk betydelse har förekomsten av BK2-vägar?
- Hur planerar man så att CTI-bilarna används på rätt avlägg i rätt tid?

## LÖNSAMHETSKALKYL FÖR SKOGSNÄRINGEN AVSEENDE CTI PÅ VIRKESFORDON – ETT TYPFALL I VÄSTERNORRLANDS LÄN

I denna studie har en lönsamhetskalkyl upprättats för en tänkt förvaltning eller region i Västernorrlands län. I typfallet gav införandet av CTI ett mervärde för skogsnäringen om ca 4,00 SEK/m<sup>3</sup>fub, i en situation med 30 % CTI-fordon.

Allmänna förutsättningar, fordonskalkyl och variabler beskrivs i Bilaga 1.

Att just detta 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. Kalkylen är en konsekvensberäkning av 30 % CTI.

Det som ofta uppfattas som en kostnad, CTI-fordonet, är här satt till 0,00 SEK/m<sup>3</sup>fub (se vidare i Bilaga 1).

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

- Byggnad och utrustning till CTI-vägar.
- Minskat stillestånd.
- Minskat industrilager.

Beräkningen av potentialen i minskade industrilager har beräknats med utgångspunkt i resultat från Bärighetsutredningen 2008 (Andersson m.fl., 2008), se Bilaga 1.

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

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

Det finns dock två ytterligare potentialer för CTI på BK2 och BK3, vilka inte har kunnat kvantifieras. Då Trafikverket inför tjalrestrukturer för en väg så är i vissa fall konventionella virkesfordon **helt avstängda**, medan CTI-fordon kan köra som normalt. Tillgänglighet till BK2 och BK3 året runt ger dessutom potentialer för förbättrad ruttplanering (körsträcka och retur).

Lönsamhetskalkylen förutsätter att man vid behov kan öka den totala transportkapaciteten på CTI-fordon genom att sätta in extra chaufförer, köra utanför ordinarie arbetstid, och genom att i första hand sätta in fordonen på trakter som ligger nära industri.

Lönsamhetskalkyl för skogsnäringen vid investering i CTI-teknik på virkesfordon, för ett typfall i Västernorrlands län, redovisas i tabellform nedan.

Tabell 1.  
Förutsättningar.

A. FÖRUTSÄTTNINGAR		Kalkylen är en konsekvensberäkning av 30 % CTI
Avverkning, m <sup>3</sup> fub/år	1 500 000	Varav 480 000 m <sup>3</sup> fub, transporteras med CTI.
– egen avverkning	1 000 000	
– köp	500 000	
Antal virkesfordon, st.	35	Förutsätter att alla 35 fordon berörs av tjällossning, låg andel tjälsäkra trakter.
– varav CTI-fordon, %	30	
– varav CTI-fordon, st.	10	
Väglager, m <sup>3</sup> fub	30 000	<b>En veckas efterfrågan.</b> Avser väglager utöver transporttekniskt lager. Inga kvalitetsnedsättningar.
– liggtid	9 veckor	
Industrilager, m <sup>3</sup> fub	30 000	<b>En veckas efterfrågan</b> vid industri/terminal (transporter med 35 virkesfordon).
– liggtid	6 veckor	
Stillestånd för virkesfordon	1,5 vecka/år	<b>En och en halv vecka.</b> Omräkning av nedsatt kapacitet under 3 veckor.
Årsränta	8 %	
10 st CTI-fordon transporterar under 1,5 veckas stillestånd ut ca 13 000 m <sup>3</sup> fub. Antag dock att kapaciteten ökar 60 % till 20 800 m <sup>3</sup> 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.		
Anm. Enström, 2005 hade inom distriktet 10 % tjälsäkra trakter och endast ca 50 % av efterfrågan lagrades.		

CTI-andelen förutsätts vara 30 %. Industrilager kopplat till bärighetsproblem antas omfatta en veckas efterfrågan. Väglager, som buffert för bärighetsproblem, antas omfatta en veckas efterfrågan. Tre dagar av industrilagret och en halv dag av väglagret antas kunna avvecklas genom CTI-satsningen.

Tabell 2.  
Kostnadsminskningar.

B. KOSTNADSMINSKNINGAR	SEK/m <sup>3</sup> fub	Berörd volym m <sup>3</sup> fub	SEK. totalt	Anmärkning
1. Minskad flyttning				
– kost och logi			0	Ingen övernattnig.
– 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 BK3 vid tjalrestriktioner – perioder då konventionella virkesfordon är avstängda.				Går ej att kvantifiera för närvarande.
			–	
8. Tillgänglighet på BK2 BK3 året runt – förbättrad ruttplanering (körsträcka och retur).				Går ej att kvantifiera för närvarande.
			–	
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.

De tre största potentialerna är byggande och upprustning till CTI-vägar, minskat stillestånd och minskat industrilager.

Tabell 3.  
Kostnadsökningar.

C. KOSTNADSÖKNINGAR	SEK/m <sup>3</sup> fub	Berörd volym m <sup>3</sup> fub	SEK totalt	Anmärkning
Transport med CTI-fordon	0,00	480 000	0	Fordonskalylen är medvetet neutral.

Kostnadsökningar, fordonskalkylen, avser skillnaden mellan två fordonskalkyler, en för konventionellt virkesfordon, en för CTI-fordon. Det kan finnas olika uppfattningar vilka värden de olika variablerna skall ha, vilket gör det svårt att beräkna en korrekt fordonskalkyl.

Tabell 4.  
Resultat.

D. RESULTAT	SEK/m <sup>3</sup> fub	Berörd volym m <sup>3</sup> fub	SEK totalt	Anmärkning
Resultat med 30 % CTI-fordon	4,19	1 500 000	6 290 543	Avser typfall i Västernorrlands län.

Resultatet med 30 % CTI-fordon blir i det här typfallet ett mervärde om ca 4 SEK/m<sup>3</sup>fub, när alla poster lagts ihop.

## Känslighetskalkyl för lönsamhetskalkylen

Fordonskalkylen för CTI-fordon landar i vårt fall på en skillnad om 0 SEK/m<sup>3</sup>fub, jämfört med konventionell virkesbil. Om transportkostnaden med CTI-fordon ökar från 0 till 1 SEK/m<sup>3</sup>fub så ger det en minskning av mervärdet för CTI med totalt sett 0,3 SEK/m<sup>3</sup>fub, räknat på total avverkning.

CTI-vägar är den post som har störst betydelse i lönsamhetskalkylen. Om skogsföretaget har låg andel egna vägar och därför inte kan bygga CTI-vägar, minskar mervärdet av CTI med totalt 2,3 SEK/m<sup>3</sup>fub, räknat på total avverkning.

Om industrilagret kan minskas dubbelt så mycket som beräknats ovan ökar värdet av CTI med 0,7 SEK/m<sup>3</sup>fub.

## SÄRSKILDA FRÅGOR

### Arbetsmiljö

Skakningar och vibrationer kan vara ett stort arbetsmiljöproblem för förare av virkesfordon. Med CTI kan man alltid köra med rätt däcktryck och det blir då avsevärt mindre vibrationer. Skillnaden blir störst när fordonet är olastat och kör på dålig väg.

Med CTI kan ett virkesfordons däcktryck varieras efter aktuella väg- och lastförhållanden. Detta ökar fordonets framkomlighet på vägar med dålig bärighet. En annan fördel med CTI är att däckens inbyggda stötdämpning kan tas tillvara under hela transporten från industri till avlägg och tillbaks. Utan CTI måste man välja däcktryck efter maxhastighet och maxlast. Det gör att fordonet har ett onödigt högt däcktryck när det kör olastat på dåliga vägar med låg hastighet (Granlund, 2004).

### Bränsleförbrukning

I teoretiska studier har man noterat en minskad bränsleförbrukning med CTI. De åkare som intervjuats av (Röhfors, 2012) har dock inte kunnat notera detta vid praktisk drift, möjligen p.g.a. att förändringen är låg.

### Omvärldsförändringar

Framtiden för CTI-fordon kan komma att förändras om vi t.ex. får högre nederbörd (klimatförändring), krav på lägre marktryck på allmänna vägar under tjällossningen (beroende på hur studierna av skador i väggroppar faller ut), eller om det blir av ännu större ekonomisk betydelse för industrin att få ett kontinuerligt virkesflöde.

## Slutsatser

Det största hindret i dag mot implementering tycks vara osäkerhet. Bland skogsföretagen finns olika uppfattningar om hur åkarens ekonomi påverkas av CTI-montage på fordonet, och vilken lönsamhet som uppstår för skogsföretaget vid en mer storskalig satsning på CTI. Bland transportörerna verkar det finnas olika syn på lönsamheten med CTI, möjligen beroende på olika förutsättningar i det enskilda fallet. Komplexiteten är hög när det gäller hur CTI inverkar på de olika delarna virkesförsörjningssystemet. För vägsamfälligheter är det normalt positivt med CTI-fordon. När det gäller allmänna vägar finns det en viss oro att policyn, frihet under ansvar, långsiktigt kan ge skador inne i vägkroppen, med konventionella virkesfordon.

När det gäller CTI är det viktigt att hitta en avtalsmodell som ger bästa totala effekt. Detta p.g.a. drivkrafter, ekonomiska förhållanden och risk kan vara olika fördelad mellan berörda parter, skogsföretaget, åkaren och väghållaren. Det kan också finnas relativt stora skillnader mellan olika regioner, när det gäller behov av CTI.

Viktiga faktorer att beakta inför ett beslut om CTI är frågor som:

- Vilken risk finns i virkesförsörjningsystemet i dag? Det kan handla om hur mycket finjordsrika marker som finns i området och hur beroende industrin är av volymer som avverkas inom området.
- Vilka alternativ finns för att undanröja eller minska riskerna, t.ex. lageruppbyggnad, väginvesteringar, flyttning av virkesfordon eller CTI, och vad kostar de olika alternativen.

Ett sätt att undanröja osäkerheterna är naturligtvis att pröva sig fram innan man beslutar sig för en större satsning på CTI.

## Referenser

- Andersson, G. & Westlund, K. 2008. Vägstandardens inverkan på skogsnäringens transportarbete, ”Bärighetsutredningen”, Arbetsrapport 663, 2008. Skogforsk.
- Arvidsson, P.Å. & Holmgren, M. 1999. Vägstandardens inverkan på skogsnäringens transportarbete och försörjning av högkvalitativa råvaror, Skogforsk 1999:433, Uppsala.
- Brunberg, T. 2010. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2009. Resultat nr 7, 2010.
- 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).
- Granlund, P., Eliasson, T. & Ersson, B. 1999. Bra affär med CTI på virkesbilen. Resultat nr. 4 1999.
- Granlund, P. 2004. Lugnare körning och mindre vibrationer med CTI på virkesfordon. Resultat 22, 2004.
- Granlund, P. 2006. CTI på virkesfordon. Redogörelse nr 3, 2006.

Röhfors, G. 2012. Däcksutrustningens betydelse för miljöpåverkan och ekonomi vid virkestransporter. Examensarbetet vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Under bearbetning.

Skogsstatistik årsbok 2010.

”TRANSAM (Excel-applikation för fordonskalkylering), datakörningar 2012”.

Transportstyrelsen 2011. Lasta lagligt.

Vägverkets föreskrifter om färd med fordon med variabelt däckstryck. 2007.  
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.

## **Personlig kommunikation**

Henrik Sakari, SCA Skog, november 2011.

Åke Gustafsson, Trafikverket, Luleå, augusti 2011.

Skogforsks intervjuer av transportchefer, inköpschefer, transportledare, åkare och Trafikverket under 2011.



### 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 både 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 skogsnäringens perspektiv.

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, inte endast 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 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, alternativet med traditionella vägupprustningar är t.ex. inte med.

CTI-fordon (30 %) 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 övernattnig. I kalkylen förutsätts att man med 30 % CTI-fordon tar bort en del av behovet av flyttning.

### **2. Minskat 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 motsvarande en veckas efterfrågan med en ligg tid 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 räntekostnader, omlastning och kvalitetsnedsättning. Huruvida kvalitetsnedsättning uppstår eller inte beror på klimat och lagringstid. I vårt fall antas att inga kvalitetsnedsättningar sker. Väglagret byggs ofta upp under vintern, vilket i norra Sverige innebär att virket blir fryst, och sedan sakta tinar upp under våren. I kalkylen antas att väglagret minskas med ½ dag.

### **4. Minskat industrilager**

Lagring förutsätts här ske av en volym motsvarande en veckas efterfrågan, med en ligg tid på 6 veckor. Av detta lager antas 3 dagars industrilager kunna tas bort p.g.a. införandet av CTI. Ligg tiden 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 inte p.g.a. andra förutsättningar i denna studie.
4. Hantering och bevattningskostnader 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 Skogsstatistik 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 värdera, kvantifiera.

## 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 respektive 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 Skogforsks Resultat nr 4, 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 årsvolymer på BK2 och BK3-vägar (personligt meddelande från transportchef). Då är volymer framförda 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 (i Åkerlunds rapport från 2006, s. 28). Kostnaden som redovisas i tabellen är en härledning utifrån Åkerlunds resultat. Det är osäkert på hur stort underlag Åkerlunds bedömning grundar sig på.

## 10. CTI-vägar i stället 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 kostnads kalkyl som redovisas i lönsamhetskalkylen. Kalkylen för CTI-vägar bygger dels på erfarenhetstal, dels på vägstnad enligt den årliga kostnadsenkäten i skogsbruket (Resultat 7, 2010).

## 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

I Bilaga 2 har vi 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 länge).
3. Antal nyttjade timmar har för CTI-fordonet ökat med totalt 120 timmar.
4. Investeringen för CTI-aggregatet är 200 000 SEK, 160 000 SEK på bilen och 40 000 SEK 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.

Exakt värde på alla variabler framgår av skärmbilder från fordonskalkylen, återgivna i Bilaga 2.



## Bilaga 2

### Skärmbilder från fordonskalkyl (programmet Transam)

Sidan 1.

Indata			
Fordonstyp	Kranbil, 2-skift. Stsk dec 2011		
Ränta, %	4,0	Årligt utnyttjande, tim/år	3 400
Rörelsekapital, kr	100 000	Laststorlek, ton	42,00
Rörelsekapitalets ränta, %	7,0		
Övriga tidskostnader, kr/år	70 000	Rådensitet, kg/m <sup>3</sup> f	900
Lönekostnader, kr/år	765 000	Bränslepris, kr/liter	9,30
	<b>Bil</b>	<b>Släp</b>	<b>Kran</b>
Investering exkl däck, kr	1 500 000	550 000	500 000
Avskrivningstid, år	5	8	5
Restvärde, % av investeringen	15	15	15
Service och reparation, % av investeringen	45	40	45
Avskrivning som belastar tidskostnader, %	25	25	25
Investering i däck, kr	33 200	46 400	
Däckens hållbarhet, km	90 000	120 000	
Fordonsskatt, kr/år	12 658	14 400	
Kilometerskatt, kr/km			
Försäkringar, kr/år	40 000	20 000	
Bränsleförbrukning kran, liter/lass			5,00
Transportavstånd, km	<b>50 km</b>	<b>88 km</b>	<b>150 km</b>
Körhastighet, km/tim	65	70	75
Terminaltid, min/lass	45	45	45
Avbrottstid, min/lass	5	5	5
Lastkörningsgrad, %	50%	50%	50%
Bränsleförbrukning, liter/km	0,60	0,58	0,56
Smörjoljekostnad, kr/km	0,10	0,10	0,10
Anteckningar			
Bas 2011-12-01			

Fordonstyp		Kranbil, 2-skift. Stsk dec 2011		
Resultat				
Tidkostnad, kr/tim		320,34	Årlig tidkostnad, kr/år	1 089 148
<b>Transportavstånd</b>		<b>50 km</b>	<b>88 km</b>	<b>150 km</b>
Sträckkostnad, kr/km		10,47	9,38	8,64
Årlig körsträcka, km		143 351	178 754	211 034
Årlig sträckkostnad, kr/år		1 500 840	1 675 996	1 823 966
Antal vändor per år		1 434	1 016	703
Vändatid, timmar/vända		2,4	3,3	4,8
Total vändakostnad, kr/vända		1 807	2 723	4 141
Årlig transportkostnad, kr/år		2 589 988	2 765 144	2 913 114
Total transportkostnad, kr/ton		43,02	64,82	98,60
Total transportkostnad, kr/m <sup>3f</sup>		38,72	58,34	88,74
Transportkostnadsfunktion, kr/ton =		15,56	+ 0,555 · km	
Transportkostnadsfunktion, kr/m <sup>3f</sup> =		14,00	+ 0,499 · km	
Kostnadsfördelning				
<b>Transportavstånd</b>		<b>50 km</b>	<b>88 km</b>	<b>150 km</b>
Tidkostnader kr/ton	Fast avskrivning	1,65	2,34	3,37
	Räntor	1,12	1,58	2,28
	Fordonsskatt	0,45	0,63	0,92
	Försäkring	1,00	1,41	2,03
	Lönekostnader	12,71	17,93	25,89
	Övriga tidkostnader	1,16	1,64	2,37
Summa tidkostnader, kr/ton		18,09	25,53	36,86
Sträckkostn. kr/ton	Rörlig avskrivning	4,96	7,01	10,11
	Kilometerskatt	0,00	0,00	0,00
	Däcksutrustning	1,80	3,17	5,40
	Bränsle och smörjolja	14,63	24,13	39,02
	Service och reparation	3,53	4,99	7,20
Summa sträckkostnader, kr/ton		24,93	39,29	61,74
<b>Totalt, kr/ton</b>		<b>43,02</b>	<b>64,82</b>	<b>98,60</b>
Total årlig transport	ton	60 208	42 657	29 545
	m <sup>3f</sup>	66 897	47 397	32 828



Fordonstyp <input type="text" value="Kranbil, 2-skift. Stsk dec 2011"/>									
Base values			Change in %			Ajusted values			
Ränta, %		4,0							
Övriga tidskostn, kr/år		70000							
Lönekostnader, kr/år		765 000							
Årligt utnyttjande, tim/år		3 400					3 520		
Laststorlek, ton		42,00							
Bränslepris, kr/liter		9,30							
	<b>Bil</b>	<b>Släp</b>	<b>Kran</b>			<b>Bil</b>	<b>Släp</b>	<b>Kran</b>	
Investering exkl däck, kr	1 500 000	550 000	500 000			1 660 000	590 000		
Avskrivningstid, år	5	8	5						
Restvärde, %	15	15	15			16	16		
Service & reparation, %	45	40	45	5,0%					
Investering i däck, kr	33 200	46 400		10,0%					
Däckens hållbarhet, km	90 000	120 000							
Kilometerskatt, kr/km	0	0							
Transportavstånd	<b>50 km</b>	<b>88 km</b>	<b>150 km</b>						
Bränsleförbrukning, l/km	0,60	0,58	0,56						
Terminaltid, min/lass	45	45	45						
Avbrottstid, min/lass	5	5	5						
Körhastighet, km/tim	65	70	75						
<b>Results</b>	<b>50 km</b>	<b>88 km</b>	<b>150 km</b>			<b>50 km</b>	<b>88 km</b>	<b>150 km</b>	
<b>Kostnad, kr/ton</b>	43,02	64,82	98,60			42,92	64,62	98,23	
<b>Årlig kostnad, kr/år</b>	2 589 988	2 765 144	2 913 114			2 675 026	2 853 847	3 004 743	
<b>Ändring transportavstånd</b>									
<b>Ändrad kostnad, kr/ton</b>						-0,102	-0,201	-0,366	
<b>Årlig förändring, kr/år</b>						-6 373	-8 891	-11 186	
<b>Årlig kostnad, kr/år</b>						85 038	88 702	91 629	



## Bilaga 3

### Andel vägar med bärighetsklass BK2 och BK3, redovisat per län

	Km	Km	Km	Km	Andel		Summa
Län	BK1	BK2	BK3	Sum BK	BK2	BK3	BK2 och BK3
Norrbottnens län	8 033 075	679 551	103 722	8 816 348	8 %	1 %	9 %
Västerbottnens län	8 496 456	748 105	139 302	9 383 863	8%	1 %	9 %
Dalarnas län	5 109 546	12 336	1 227	5 123 109	0 %	0 %	0 %
Gävleborgs län	3 839 585	1 671	908	3 842 164	0 %	0 %	0 %
Jämtlands län	5 415 173	370 253	248 368	6 033 794	6 %	4 %	10 %
Västernorrlands län	4 291 662	773 095	232 537	5 297 294	15 %	4 %	19 %
Gotlands län	1 481 257	5 284	0	1 486 541	0 %	0 %	0 %
Stockholms län	2 854 544	415 357	1 766	3 271 667	13 %	0 %	13 %
Örebro län	3 032 038	72 938	5 005	3 109 981	2 %	0 %	3 %
Södermanlands län	2 859 601	89 158	10	2 948 769	3 %	0 %	3 %
Uppsala län	3 535 179	64 937	19 013	3 619 129	2 %	1 %	2 %
Västmanlands län	2 289 002	38 374	500	2 327 876	2 %	0 %	2 %
Hallands län	3 040 327	124 804	9 409	3 174 540	4 %	0 %	4 %
Värmlands län	4 946 488	5 976	1 141	4 953 605	0 %	0 %	0 %
Västra Götalands län	11 765 899	715 881	31 236	12 513 016	6 %	0 %	6 %
Blekinge län	1 634 471	3 112	1 707	1 639 290	0 %	0 %	0 %
Jönköpings län	4 758 590	105 086	45 048	4 908 724	2 %	1 %	3 %
Kalmar län	4 216 499	8 517	9 231	4 234 247	0 %	0 %	0 %
Kronobergs län	3 743 180	25 597	20 727	3 789 504	1 %	1 %	1 %
Östergötlands län	4 878 595	19 368	6 159	4 904 122	0 %	0 %	1 %
Skåne län	8 446 872	28 481	10 681	8 486 034	0 %	0 %	0 %

Källa: "Fördelning BK-klasser och total väglängd per län på statliga vägar", Arbetsrapport 663, 2008, Bilaga 2. Uppgifter från Vägverket 2008.



## Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2011

2011

- Nr 733 Rytter, L., Johansson, T. Karačić, A., Weih, M. m.fl. 2011. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. 210 s.
- Nr 734 Hannerz, M. & Fries, C. 2011. Användningen av webbtjänsterna Kunskap Direkt och Skogsskötselserien. – En enkätundersökning bland skogsbrukets fältpersonal. 48 s.
- Nr 735 Andersson, M. & Berglund, A. 2011. Test av pekskärmsmobiler. 22 s.
- Nr 736 Löfgren, B., Englund, M., Fogdestam, N., Jönsson, P., Lundström, L. & Wästerlund, I. 2011. Spårdjup och vibrationer för banddrivna skotare Lightlogg C och ProSilva. 32 s.
- Nr 737 Brunberg, T. 2011. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1470D hos SCA Skog hösten 2010. 8 s.
- Nr 738 Fogdestam, N. & Lundström, H. 2011. Studier av Offset Crane Concept, OCC hos Kjellbergs Logistik & Teknik i Hällefors. 15. s.
- Nr 739 Enström, J. & Röhfors, G. 2011. Effektivare järnvägstransporter med större fordon – En förstudie. 28 s.
- Nr 740 Iwarsson Wide, M. & Fogdestam, N. 2011. Jämförande studie av olika uttagsmetoder av massaved och skogsbränsle i klen gallring. – Energived- och massavedsuttag med LOG MAX 4000B, Stora Enso Skog, Dalarna. 36 s.
- Nr 741 Brunberg, T. 2011. Uppföljning av utbildningseffekten hos maskinlag hos SCA Skog AB 2010. 8 s.
- Nr 742 Hannrup, B., Andersson, M., Bhuiyan, N., Wikgren, E., Simu, J. & Skog, J. 2011. Vinnova\_Slutrapport\_P34138-1\_101221. – Slutrapport för projekt ”Beröringsfri diametermätning i skördare – utveckling av mätsystem och tester i produktionsmiljö”. 84 s.
- Nr 743 Åström, H. 2011. Förbättring av arbetsförhållande i skördare. Improvement of working conditions in harvester. 126 s.
- Nr 744 Cheng, C. 2011. Modellering av åkkomforten i en skotare. Modeling the Ride Comfort a Forwarder. 93 s.
- Nr 745 Jonsson, J. 2011. Dynamisk däckmodellering och markinteraktion för skogsmaskiner. Dynamic tire modeling and soil interaction regarding forestry machines. 52 s.
- Nr 746 Grönqvist, D. 2011. Konzeptutveckling av hybriddrivlina för skogsmaskiner. Concept development of a hybrid powertrain for forest machines. 180 s.
- Nr 747 Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller J.J. 2011. Utveckling och utvärdering av en standardiserad metod för volymbestämning och stamräkning vid avverkning med flerträd shanterande skördaraggregat. 34 s.
- Nr 748 Brunberg, T. & Hagos Lundström. 2011. Studier av TimBear Lightlogg C i gallring hos Stora Enso Skog våren 2011. 9 s.
- Nr 749 Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T. & Nati, 2011. Prestation och bränsleförbrukning för tre flishuggar. 15 s.
- Nr 750 Wilhelmsson, L., Arlinger, J., Hannrup, B. & Nordström, M. m.fl. 2011. D3.5-Methods and models for relating wood properties and storage conditions to process efficiency and product quality. 67 s.

- Nr 751 Mohtashami, S. 2011. Planning forest routes for silvicultural activities using GIS based techniques – A case study of Selesjö in Östergötland, Sweden. Bättre planering av avverkningsvägar med GIS. 39 p.
- Nr 752 Bergkvist, I. & Fogdestam, N. 2011. Slutrapport – Teknik och metoder vid energiuttag i korridorer. 26 s.
- Nr 753 Westlund, K., Jönsson, P., Flisberg, P. & Rönnqvist, M. 2011. Skotningsplanering – SPORRE- och GROT-sporreprojektet. 23 s.
- Nr 754 Sjöström, L. 2011. Fuktighetsmätning av skogsbränsle – Genomgång av tekniska principer och översikt av marknadsförda utrustningar. 25 s.
- Nr 755 Eliasson, L. & Lundström, H. 2011. Skotning av färsk och hyggestorkad grot variabelt lastutrymme. 10 s.
- Nr 756 Möller, J. J., Arlinger, J., Barth, A., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2011. Ett system för beräkning och återföring av skördarbaserad information till skogliga register och planeringssystem. 56 s.
- Nr 757 Hannrup, B., Bhuiyan, N. & Möller, J. J. 2011. Utvärdering av ett system för beräkning och återföring av skördar baserad information till skogliga register och planeringssystem. 72 s.
- 2012**
- Nr 758 Löfroth, C. & Svenson, G. 2012. ETT – Modulsystem för skogstransporter – En trave Till (ETT) och Större Travar (ST). 151 s. ETT – Modular system for timber transport One More Stack (ETT) and Bigger Stacks (ST). p. 156.
- Nr 759 von Hofsten, H., Johannesson, T. & Aneryd, E. 2012. Effekter på stubbskördens produktivitet beroende på klippningsgraden. Impact of stump splitting on harvest productivity 22 s.
- Nr 760 Jönsson, P. & Englund, M. 2012. Air-Hawk-luftkudde. Ergonomiskt hjälpmedel för skogs- och jordbruksmaskiner. Airhawk Seat Cushion – Ergonomic aid for forestry and agricultural machinery. 24 s.
- Nr 761 Rosvall, O. & Lindgren, D. 2012. Inbreeding depression in seedling seed orchards. Under bearbetning.
- Nr 762 Hannrup, B. & Lundgren, C. 2012. Utvärdering av Skogforsks nya barkfunktioner för tall och gran – En uppföljande studie. – Evaluation of Skogforsk's new bark equations Scots pine and Norway spruce 26 s.
- Nr 763 Englund, M. 2012. LED-ljus i aggregatet – En pilotstudie. LED lighting on harvester head. A pilot study. 6 s.
- Nr 764 Bhuiyan, N., Arlinger J. & Möller, J. J. 2012. Kartunderlag för effektivare grotskotning genom export av shapefiler. – Map support for forwarding of logging residues through export of shape files. 22 s.
- Nr 765 Brunberg, T. 2012. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 70E hos Holmen Skog vintern 2012. – Study of multiple tree handling in clear cutting with John Deere 1170E together with Holmen Skog in the winter of 2012. 7 s.
- Nr 766 Löfgren, B., Englund, M., Jönsson, P., Wästerlund, I. & Arvidsson, J. 2012. Spårdjup och marktryck för skotare med och utan band samt styrbar boggi. 15 s. – Rut depth and ground pressure for forwarder with and without tracks. 18 s.

- Nr 767 Eriksson, B. 2012. Utveckling i outsourcad skogsvård. Improving productivity and quality in out sourced silviculture 14 s.
- Nr 768 Fogdestam, N., Granlund, P. & Eliasson, L. 2012. Grovkrossning och sållning av stubbar på terminal. Coarse grinding of stumps and sieving of the produced hog fuel. 9 s.
- Nr 769 Hannerz, M. 2012. Vem besöker Kunskap Direkt och vad tycker de? – Who visits Knowledge Direct (Kunskap Direkt) and what do they think of it? 38 s.
- Nr 770 Iwarsson-Wide, M., Jönsson, P. 2012. Utvärdering av kranhängda vågsystem. 24 s.
- Nr 771 Skutin, S.-G. 2012. Lönsamhet för CTI på virkesfordon. Profitability for CTI on roundwood haulage vehicles. – Cost-benefit analysis of using CTI on roundwood haulage vehicles 25 s.

## SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

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

### FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

### UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

### KUNSKAPSFÖRMEDLING

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

Från Skogforsk nr. 771 2012



[www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se)