



STUDENTUPPSATSER nr 87 • 2006
STUDENTS' REPORTS
Skogsteknologi
Forest Technology

Utvärdering av CTI på virkesfordon
- CTI-projekt Holmen Skog/Örnfrakt 2005-2006

Evaluation of CTI on timber transport vehicles
- *CTI-project Holmen Skog/Örnfrakt 2005-2006*

Martin Åkerlund

Examensarbete
i ämnet skogshushållning

Handledare: Iwan Wästerlund
Examinator: Dag Fjeld

Utvärdering av CTI på virkesfordon

– CTI-projekt Holmen Skog/Örnfrakt 2005-2006

Evaluation of CTI on timber transport vehicles
- CTI-project Holmen Skog/Örnfrakt 2005-2006

Martin Åkerlund

FÖRORD

Denna studie har utförts som examensarbete motsvarande 20 p i huvudämnet skogshushållning på institutionen för skogsskötsel, avdelningen för skogsteknologi vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. Holmen Skog i Örnsköldsvik har fungerat som värdföretag och uppdragsgivare.

Ett mycket stort tack vill jag rikta till mina kontaktpersoner på Holmen Skog och Örnfrakt, för deras engagemang och hjälp längs vägen. Jag vill också tacka min handledare Iwan Wästerlund vid avdelningen för skogsteknik på SLU i Umeå för välbetänkt handledning mot slutmålet.

Avslutningsvis vill jag tacka alla lastbilsförare som ställt upp och svarat på enkäten, speciellt Strandbergs Åkeri i Örnsköldsvik som bidragit med tid, kunskap och erfarenhet. Utan er medverkan hade detta arbete inte varit möjligt att genomföra. Tack.

Umeå i maj 2006

Martin Åkerlund

SAMMANFATTNING

Vägarnas bristande tillgänglighet under våren och hösten förorsakar varje år betydande kostnader och olägenheter för Holmen Skog. För att minska kostnaderna och öka tillgängligheten på vägnätet har Holmen Skog tagit beslutet att installera och testa en CTI-utrustning. CTI, Central Tire Inflation, är ett system för att under färd kunna variera ett virkesfordons däcktryck.

Syftet med denna studie var att utvärdera den CTI-utrustade lastbilen samt att utreda om CTI-tekniken är ekonomiskt försvarbar med dom förutsättningar som rådde under tjällossningen 2005.

Uppföljning av system och bil kartlades genom en praktisk spårdjupsstudie samt intervjuer med åkarna i CTI-bilen. För att kunna analysera den ekonomiska nyttan med systemet utformades en kalkyl för att beräkna potentiella inbesparingar, samt en lastbils-kalkyl för att jämföra kostnader mellan CTI-bilen och en vanlig kranbil. Indata till den ekonomiska analysen samlades in genom en enkätundersökning.

Resultatet från spårdjupsstudien som utfördes på senvåren 2005 visade att vägslitage halverades och framkomligheten ökade på de sträckor som CTI-bilen trafikerat med sänkt däcktryck. Samlade erfarenheter från åkarna visade också att CTI-systemet bidrog till en mjukare körning, vilket ledde till en bättre arbetsmiljö för föraren och minskat slitage på däck och fordon.

Studien visade också att man kan teoretiskt minska transportkostnaderna med 0,5 % per år genom att låta CTI-ekipagen köra med högre bruttovikt på allmänna vägsträckor som är BK2-klassade. CTI-systemet medverkade också till att den tekniska utnyttjandegraden ökade med 1-2 %. Den ekonomiska jämförelsen mellan CTI-bilen och standardbilen visade en kostnadsminskning för CTI-bilen på 4-6 % per timme när man väger in de positiva effekter systemet ger.

SUMMARY

The low bearing capacity of roads during the spring thaw and periods in the autumn leads every year to increases costs for Holmen Skog. To reduce costs and increase accessibility Holmen Skog decided to install and test a CTI-system. Central tire inflation (CTI) is a system that makes it possible to monitor and vary a vehicle's tire inflation pressures from the cabin, while the vehicle is in motion. When tire pressures are reduced, the area of the contact surface between the tire and the road increases, thus reducing the ground pressure.

The purpose of this study was to evaluate the CTI-equipped vehicle and analyze if the CTI technology is economical defensible during the thaw 2005.

The study consisted of three parts. First, a follow-up of the CTI-equipped vehicle that consisted of a rutting depth study and interviews with the drivers in the CTI-truck. Secondly, a calculation was made to evaluate potential savings. At last, a calculation was made to compare the economy between the CTI-equipped vehicle and a conventional timber transport vehicle.

The rutting-depth study conducted late in the spring showed that the road damage is reduced and the mobility is increased when the tire pressure was reduced. The combined experience from the drivers were also that the CTI system contributed to softer ride, which lead to better working environment and reduced wear on tires and vehicle.

Theoretically, the transport cost can decrease with 0,5 % if the CTI-equipped vehicles are allowed to carry full payloads on roads that have restrictions of maximum 30 tonnes payload. The study also showed that the machine utilization increased with 1-2 %. The economical comparison between the CTI-equipped vehicle and a conventional timber transport vehicle showed a cost reduction of 4-6 % per hour for the CTI-truck when the CTI systems positive effects were taken in consideration.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING.....	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Forskningsprojektet ”CTI på lastbil”	6
1.3 Uppdragsgivaren	7
1.4 Syfte	8
2. MATERIAL OCH METODER	9
2.1 Systembeskrivning	9
2.2 Uppföljning av system och bil	12
2.2.1 Spårdjupsstudie.....	12
2.2.2 Enkätundersökning	14
2.3 Ekonomisk analys	15
2.3.1 Lastbils kalkyl.....	15
2.3.2 Potentiella inbesparingar	15
3. RESULTAT	18
3.1 Uppföljning av system och bil	18
3.1.1 Spårdjupsstudie.....	18
3.1.2 Däcktryck och däckslitage.....	21
3.1.3 Bränsleförbrukning	21
3.1.4 Arbetsmiljö och köregenskaper	22
3.2 Ekonomisk analys	23
3.2.1 Potentiell kostnadsbesparing genom högre bruttovikt på BK2-vägar	23
3.2.2 Transportarbetets effekt på utnyttjandegraden	23
3.2.3 Värdering av redovisade faktorer inför den ekonomiska jämförelsen	25
4. DISKUSSION.....	26
4.1 Utvärdering av material och metod.....	26
4.2 Teknik och ekonomi.....	26
4.3 Framtid	29
4.4 Slutsatser	30
REFERENSER	31
BILAGOR	

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Problemet med vägarnas bristande tillgänglighet under framförallt tjällossningen blir en allt hetare fråga i skogsbruket. Kravet på ett jämnt flöde av färskt virke året runt ökar. Studier visar att trafiklastbegränsningar eller i värsta fall avstängda vägar under tjällossningen bedöms kosta skogsnäringen närmare en miljard kronor per år i form av ökade lagerkostnader och kvalitetsförluster (Arvidsson & Johansson, 1999).

Bärighetsproblemen drabbar skogsnäringen främst under våren, men även under senhösten. Många vägsträckor på det statliga vägnätet blir för blöta och mjuka för att klara tunga transporter. I praktiken leder detta till att skogsnäringen inte kommer åt virket i skogen och måste därför lägga upp virkeslager vid sågverk och industrier. Vilket är dyrt och försämrar också kvaliteten på skogsprodukterna.

Ett sätt att minska problemen med dåliga vägar är att utrusta en del av virkesfordonen med CTI – Central Tyre Inflation. Med CTI kan föraren under färd variera ett fordons däcktryck och anpassa detta till aktuell last och hastighet. När man sänker ringtrycket ökar däckens anliggningsyta och därmed minskat marktryck. Deflektionen, d.v.s. däckets relativa nedsjunkning i procent jämfört med ett obelastat, fristående däck är den styrande faktorn för det däcktryck som väljs i olika situationer. Ett normalt däck har ca 18 % deflektion vid full last. Praktiska studier har visat att deflektioner upp till drygt 20 % är möjliga att arbeta med (Andersson & Granlund, 1994). En virkesbil med CTI kan därför köra med fullt lass på vägar som annars skulle ha begränsad framkomlighet.

CTI-tekniken finns väl dokumenterat i nordamerikanska studier (Bradley, 1991, 1996). CTI är en teknik som först utvecklades för militära ändamål under andra världskriget. Tekniken används nu flitigt på nordamerikanska virkesfordon främst för att kunna köra i brant terräng och minska sönderkörning av vägarna. De amerikanska erfarenheterna visar att virkesfordon med CTI inte bara har högre framkomlighet utan att det också finns andra fördelar. Fordonet får högre dragkraft, däckslitage blir mindre och förarmiljön blir bättre. Dessutom verkar det vara en klar besparingspotential för objekt där CTI används (Bradley, 1996; Granlund, Eliasson & Ersson, 1998).

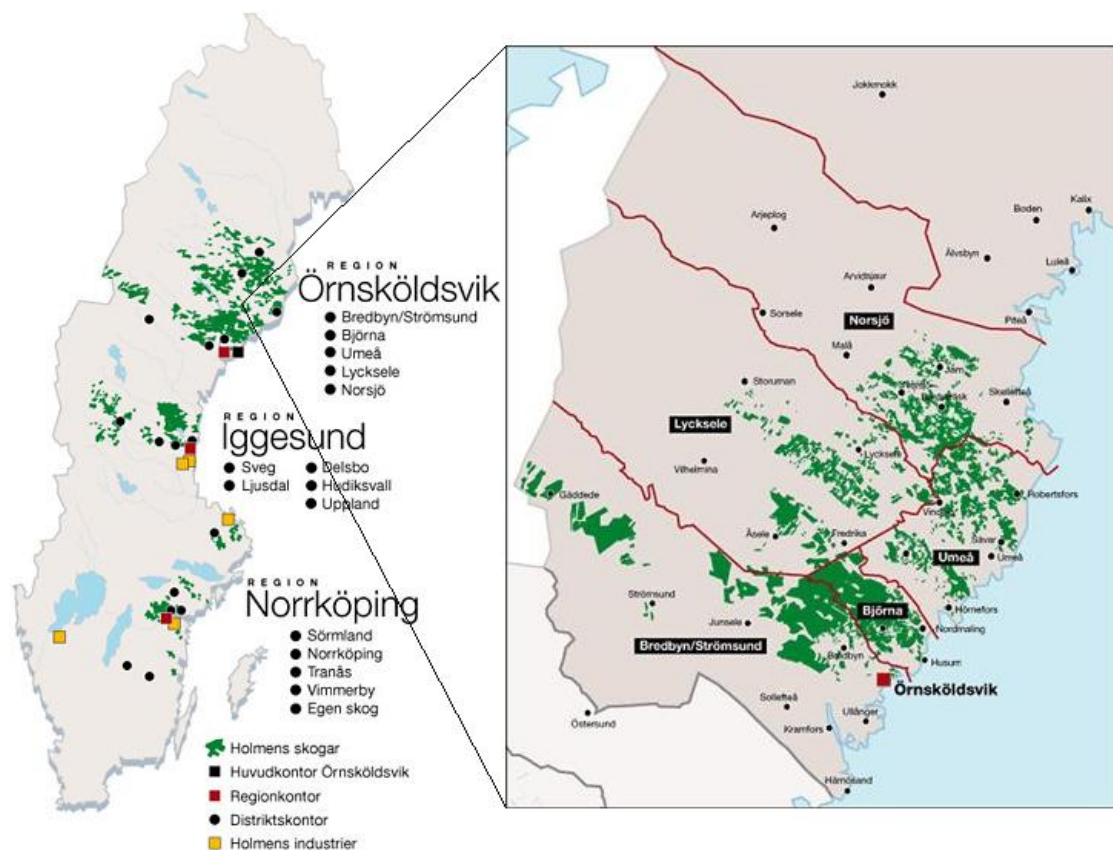
1.2 Forskningsprojektet ”CTI på lastbil”

SkogForsk driver tillsammans med skogsnäringen och Vägverket ett landsomfattande projekt i syfte att under 2003-2006 testa och utvärdera CTI-tekniken för svenska förhållanden. I projektet ingår tolv virkesfordon som arbetar på olika platser i Sverige, från Skåne i söder till Västerbotten i norr. Syftet med projektet är att utvärdera teknikens tillförlitlighet. Projektet skall också följa upp effekter på väg, fordon, däck, förarmiljö, säkerhet och ekonomi. Erfarenheterna hittills är goda och mycket talar för att CTI-tekniken i och med detta projekt kommer att få sitt definitiva genombrott i Sverige. Några av de intressantare resultaten från projektet är (Granlund & Löfroth, 2006):

- Slitaget på vägarna minskar, eftersom ett lägre lufttryck ger en större anläggningsyta mot vägbanan och däckens slirar inte eller gräver ner sig lika lätt.
- Bilarnas dragkraft ökar med upp till 40 % när däcktrycket regleras optimalt.
- Däcken på drivaxlarna får 3000-4000 mil längre livslängd eftersom slirningen på olastade bilar elimineras.
- Nacke, rygg- och axelskador minskar på förarna, eftersom vibrationerna i hytten avtar när däcktrycket anpassas till underlaget.

1.3 Uppdragsgivaren

Holmen Skog i Örnsköldsvik är värd företag och uppdragsgivare för examensarbetet. Holmen Skog ingår i skogsindustrikoncernen Holmen och ansvarar för virkesförsörjningen till koncernens svenska enheter och skötseln av koncernens skogar på ca en miljon produktiv skogsmark (Anon, 2005). Holmen Skog är organiserade i tre regioner: Örnsköldsvik, Iggesund och Norrköping (se figur 1).



Figur 1. Holmen Skogs skogsinnehav.
 Figure 1. The forest properties of Holmen Skog.

Holmen Skog har tagit beslutet att tillsammans med det lokala transportföretaget Örnfrakt i Örnköldsvik, installera och testa en CTI-utrustning. Denna CTI-bil ligger formellt utanför det officiella CTI-projektet.

1.4 Syfte

Syftet med studien var att:

- Undersöka behovet av vägunderhåll vid perioder med dålig bärighet för virkesfordon med/utan CTI.
- Kartlägga drifts-, underhålls- och reparationskostnader för CTI-bilen jämfört med en konventionell kranbil.
- Bedöma arbetsmiljön för föraren med/utan CTI.
- Beräkna den sammantagna ekonomiska nyttan för CTI-bilen genom att kvantifiera potentiell kostnadsbesparing och jämföra kostnader mellan CTI-bilen och en konventionell kranbil.

Arbetsområdet för studien begränsades till region Örnköldsvik, med tyngdpunkt på distriktet Björna och Bredbyn.

2. MATERIAL OCH METODER

Examensarbetet består av flera delar. Först beskrivs lastbilen och det aktuella CTI-systemet. Därefter beskrivs tillvägagångssättet vid uppföljningen av system och bil. Slutligen presenteras och analyseras den ekonomiska nyttan för den aktuella CTI-bilen.

2.1 Systembeskrivning

CTI-bilen var en Volvo FH 16 med 550 hk, årsmodell -04, som ägs av Strandbergs Åkeri i Örnsköldsvik.

Tabell 1. Däckdimensioner på CTI-bilen

Table 1. Tire dimensions on the CTI-equipped vehicle

Styraxel	Drivaxel	Släp
385/65R22.5	295/80R22.5	275/70R22.5

Det CTI-system som användes på CTI-bilen samt i det nationella CTI-projektet är ett kanadensiskt system som heter Tireboss och kommer från företaget Tire Pressure Controll i Edmonton. Systemet består av ett flertal komponenter för distribution av luft till däcken och kontroll av lufttrycket. De viktigaste komponenterna förklaras nedan.

Flera olika tekniska lösningar finns för att reglera trycket i däcken. Den vanligaste lösningen är att leda luften till däckens ventil via axeln (se figur 2). En sådan lösning är dock inte genomförbar på drivna axlar varför där leds luften via en utanpåliggande slang (se figur 3).



Figur 2. Montering via släpets hjulaxel.

Figure 2. Internal assembly on the trailer's axle.



Figur 3. Montering på drivhjulen.
 Figure 3. Assembly on drive axels.

I varje axelände sitter en hjulventil. Ventilen är stängd under normal körning. Den öppnar under påfyllning, tömning och tryckkontroll för att tätningar och svivlar i axlarna normalt ej ska vara trycksatta under färd (Granlund & Andersson, 1998).

För att kunna styra och övervaka lufttrycksändringar sitter en kontrollpanel i hytten (se figur 4). På kontrollpanelen kan föraren välja lufttryck beroende på landsväg eller grusväg och lastat eller olastat fordon (se tabell 2). Inställningarna varierar beroende på vilken årstid man har valt för transporten. Det finns 4 st förprogrammerade säsonginställningar: vår-, sommar-, höst- och vintertransport. Vid fastkörning eller i brant terräng kan trycket sänkas till maximal deflektion med nödtryck. Denna inställning är tillåten i max 5 minuter åt gången.

Tabell 2. Ringtrycksinställningar för vårtransport

Table 2. Pressure settings and descriptions. (Pressure settings, max speed and time allowed)

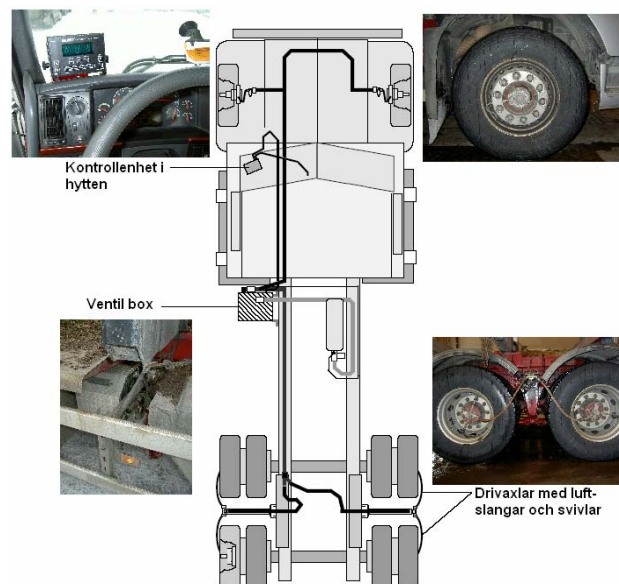
INSTÄLL NR	INSTÄLLNING BESKRIVNING	STYR kPa	DRIV kPa	SLÄP kPa	MAX km/h	MAX TID
1	Landsväg Olastad	552	503	503	INGEN	INGEN
2	Grusväg Olastad	400	352	352	66	INGEN
3	Dålig Grusväg Lastad	448	345	352	31	INGEN
4	Grusväg Lastad	600	455	552	66	INGEN
5	Landsväg Lastad	738	696	648	INGEN	INGEN
6	Nödtryck	448	228	303	14	5 min

En normal vända med CTI-bilen, består vanligtvis av 4 däcktrycksändringar. Vid lossning byter man inställning från landsväg lastad till landsväg olastad och när man sedan kör in på en skogsbilväg sänker man trycket till grusväg olastad. Under lastning byter man inställning för tredje gången till grusväg lastad eller dålig grusväg lastad beroende på vägens status. Den sista däcktrycksändringen sker när virkesbilen kommer ut på landsvägen igen, då trycket ändras till landsväg lastad. Vid de två första däcktrycksändringarna sänks trycket medan vid de två sista däcktrycksändringarna höjs trycket i däcken.

Förarens kontrollpanel är sammankopplad med hjärnan i hela systemet, en elektronisk kontrollenhet som är monterad på ventilboxen (se figur 4). Utifrån bl.a. last och hastighet tar den emot signaler från förarens kontrollpanel och skickar ut styrsignaler till systemet, t.ex. att ändra ringtrycket från inställning 2 till 4. Den pneumatiska kontrollenheten tar emot signaler från den elektroniska kontrollenheten och sköter trycksättningarna i systemet. Den innehåller även en tryckgivare, vars värden den elektroniska kontrollenheten använder för att styra systemet.

Varje axelgrupp har ett specifikt ringtryck vid de olika inställningarna (se tabell 2). Vill föraren t.ex. ändra trycket för bara drivaxeln för att få bättre dragkraftsförmåga, går inte detta, utan han måste tömma alla däck (Granlund & Andersson, 1998).

Systemet tillhandahåller luft från den kompressor och lufttankar som används för att försörja bromssystemet och luftfjädringssystemet. Ett CTI-system kräver dock en hel del luft och betydligt mer än befintliga kompressorer kan ge. Därför kan fyllnadstiderna emellanåt bli ganska långa. Påfyllnadstiderna för Volvobilarna var dock godtagbara medan Scania fortfarande har problem med sin kompressor (Granlund, 2005). Vid lågt lufttryck i tankarna använder systemet tryckgivaren för att prioritera luften till bromsarna.



Figur 4. Översikt CTI-systemet.
Figure 4. System overview.

2.2 Uppföljning av system och bil

Uppföljningen avsåg att skaffa information om CTI-bilen och vägarna mera detaljerat med avseende på:

- CTI-systemets funktionalitet.
- behovet av vägunderhåll.
- tider för däcktrycksändringar vid utnyttjande av CTI-systemet.
- slitage på CTI-bilen.
- bränsleförbrukning.
- köregenskaper.
- arbetsmiljö enligt föraren.

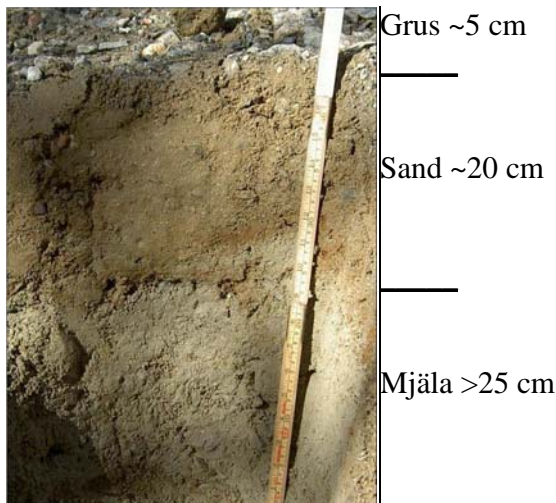
Uppföljningen genomfördes både som en praktisk uppföljning och som enkätundersökning. Den praktiska uppföljningen bestod av en spårdjupsstudie den 25-26 april samt protokollförning med intervjuer under transport vid vissa utvalda studieplaster. Studieplatserna planerades och valdes ut tillsammans med transportledaren på regionkontoret innan förfallsperioden. Vägarna som valdes var ur Holmen Skogs egna vägnät och var enligt erfarenhet riktiga problemvägar under tjällossningen.

Vid protokollförandet noterades tider för däcktrycksändringar samtidigt som intervjuer genomfördes för att få kännedom om hur föraren uppfattade köregenskaper och arbetsmiljön.

2.2.1 Spårdjupsstudie

I slutet av april genomfördes en spårdjupsstudie på en av de utvalda vägarna. Studien genomfördes som en jämförande studie, där tre olika däcktryck jämfördes.

Vägen som användes (N. Aspsjöberget) är belägen ca 70 km väster om Örnsköldsvik i Bredbyns distrikt. Den första biten av vägen, fram till en stickväg upp till höger, var i något bättre skick pga. att den biten grusades i samband med en sommaravverkning 2004. Utifrån min bedömning var dock den sträckan helt jämförbar med den ”sämre” delen av vägen. Vägprofilens sammansättning fastställdes genom en utgrävning på studieplatsen (se figur 5).



Figur 5. Vågprofil.

Figure 5. Road profile.

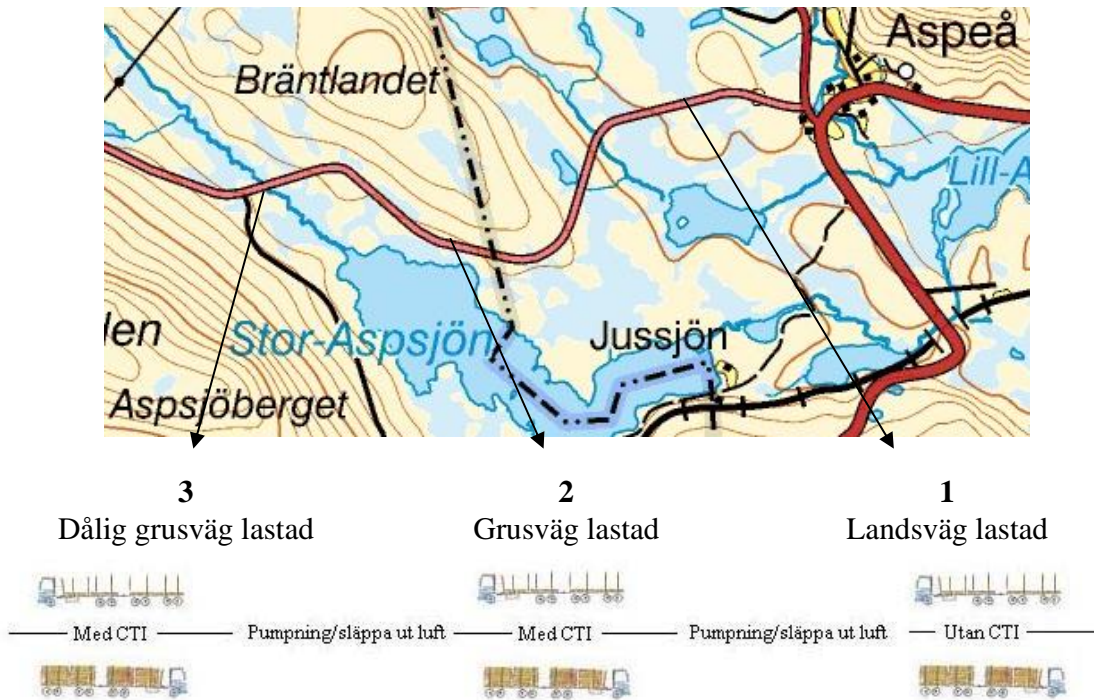
Fyra veckor innan testillfället plogades vägen för att få tjålen att slåppa. En vecka efter att vägen plogades var vägen bar och tjålen hade slåppt några centimeter ner i backen och skapat en viss ytuppmjukning. Kalla nätter och torra dagar gjorde sedan att upptiningen av vägen dröjde och vid testillfället hade vägen tinat ner till 15 cm. En lågre upptining-snivå, ca 30-50 cm djup hade varit önskvårt men eftersom vägen torkade upp så snabbt togs beslutet att genomföra studien innan vägen blev för bra.

På den aktuella vägen mättes tre provstråckor upp (se figur 6). Provstråckorna var 50 meter långa med mätpunkter var tionde meter. Testade däcktryck var landsvåg lastad, grusvåg lastad samt dålig grusvåg lastad (se tabell 3). Mellan respektive provstråcka hade föraren tid att pumpa upp/slåppa ut luft.

Tabell 3. Däcktryck (kPa) på CTI-bilen under studien

Table 3. Tire inflation pressure settings during the test

Instållning Beskrivning	Styraxel kPa	Drivaxel kPa	Slåp kPa
Landsvåg lastad (normalt däcktryck)	738	696	648
Grusvåg lastad	600	455	552
Dålig grusvåg lastad (nåst lågsta däcktrycket)	448	345	352



Figur 6. Spårdjupsstudiens försöksupplägg.
 Figure 6. Map and implementation for rut-depth study.

2.2.2 Enkätundersökning

Diskussionsmaterialet från intervjuerna samt åsikter och resultat framkomna från det nationella CTI-projektet låg till grund för en enkätundersökning. En enkätundersökning bedömdes kunna ge god information om åkarnas åsikter och erfarenheter. Enkäten användes också för att samla in information till den ekonomiska analysen. Enkäten bestod därför av två delar, en del där åkarna ombads svara på frågor som rörde indata till en lastbils kalkyl (se 2.3) samt en del som rörde uppföljningen av system och bil. Meningen var att bara förarna i CTI-bilen skulle svara men efter vidare diskussion beslutades att även CTI-åkare som ingick i det nationella CTI-projektet och är verk-samma inom försöksområdet skulle ingå i enkätundersökningen. Enkäten utformades därför i två versioner, en för CTI-bilen och en för åkarna i det nationella CTI-projektet. Enkätens första del skickades också till ett större åkeri inom försöksområdet för att få indata till lastbils kalkylen (se bilaga 3).

Delen som rörde uppföljningen av system och bil bestod av fyra frågor där åkarna ombads fylla i bränsleförbrukning, däckslitage, vägunderhålls- och reparationskostnader. Samt åtta valfrågor om arbetsmiljö och köregenskaper. I anslutning till varje valfråga fanns utrymme för egna kommentarer.

Efter att enkäten utformats, skickades den till samtliga CTI-åkare inom försöksområdet (5 stycken) samt ett brev innehållandes enkätens första del till ett större åkeri med vanliga kranbilar. Enkäten besvarades av åkeriet med vanliga kranbilar samt 80 % (4 stycken) av

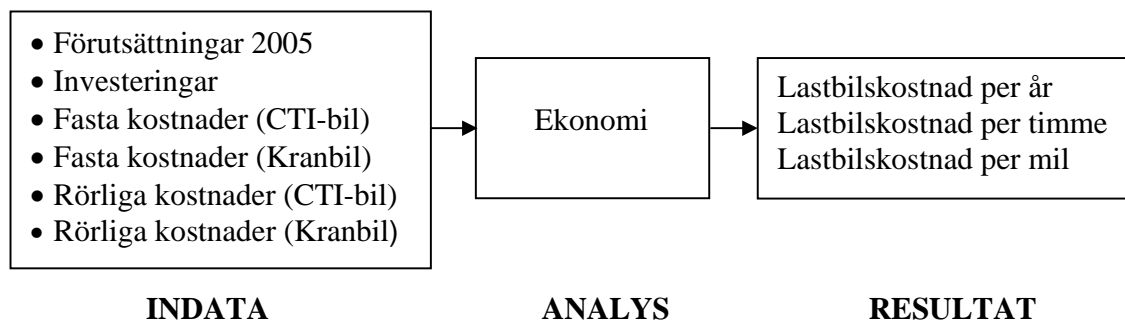
CTI-åkarna inom 4 veckor. Svaren sammanställdes manuellt i Microsoft Word med kommentarer.

2.3 Ekonomisk analys

Avsikten med den ekonomiska analysen var att beräkna den ekonomiska nyttan för CTI-bilen. Analysen innehöll två delar, en del där CTI-bilen jämfördes med vanlig kranbil med avseende på ekonomin och en del där potentiella inbesparingar beräknades.

2.3.1 Lastbils kalkyl

För att kunna jämföra ekonomin för CTI-bilen med en vanlig kranbil användes en lastbils kalkyl som skapats av Jonas Eriksson på Holmen Skog, Skogstekniska avdelningen. Med hjälp av kalkylen kunde lastbils kostnader beräknas för respektive bil. Modellens struktur visas i figur 7.



Figur 7. Struktur över lastbils kalkyl för analys av CTI-bilens ekonomiska nytta.

Figure 7. Model structure to analyse timber transport costs for different trucks.

En vidareutveckling av datormodellen gjordes i Microsoft Excel 2003 för att kunna jämföra bilarna. Modellen består av: information, förutsättningar för 2005, investeringskostnader, fasta kostnader, rörliga kostnader och resultat. Indata som låg till grund för beräkningarna samlades in både via enkätundersökningen samt via egna efterforskningar. Ett åkeri inom försöksområdet som har 5 egna kranbilar fick representera kranbilen i analysen.

Efter att de olika bilarnas kostnader hade beräknats, gjordes ett flertal jämförelser. Vid de analyser som följer nedan, jämfördes lastbils kostnaderna med de idag framtagna förutsättningarna som utgångspunkt. Möjligheten att variera bilarnas utnyttjandegrad genom att använda sig av olika scenarion för förfallsperioder, togs fram för CTI-bilen och kranbilen. Värdena för varje scenario erhöles från modellen. För samtliga scenarion beräknades också den potentiella kostnadsminskningen/ökningen för CTI-bilen. Liknande jämförelser gjordes också för att analysera fordonets avskrivningstid och vägunderhållskostnadernas betydelse för resultatet.

2.3.2 Potentiella inbesparingar

Tidigare studier har visat att det finns teoretiska inbesparingar att göra både för åkeriägaren och transportköparen (Andersson & Granlund, 1998). Vinsterna ligger

framför allt i minskade lagerkostnader under tjällossningen men också i effekten av ökat utnyttjande under tjällossningen (Granlund & Löfroth, 2006).

För Holmen Skogs del handlar det först och främst om att ta del av systemets positiva effekter genom minskade kostnader. Det görs främst med att vägarna och vägunderhållet anpassas för CTI-fordon samt att CTI-ekipagen får köra med högre bruttovikt på allmänna vägsträckor som är BK2- (51 ton) eller BK3-klassade (37 ton).

För att kunna utföra önskade analyser och beräkna potentiell (teoretisk) kostnadsbesparing vid körning med högre bruttovikt på BK2-vägar användes verklig transportdata från år 2004 och 2005. I transportdata finns beskrivet hur stor BK1-volym samt hur stor BK2-volym varje befraktare levererar till respektive mottagningsplats. Uppgifterna som är beskrivna radvis för varje mottagningsplats innehåller också information om medeltransportavstånd, transportarbete och tilläggskostnader. Materialet sammanställdes och beräknades i Microsoft Excel 2003 för distrikten Björna och Bredbyn.

För åkeriägaren ligger vinsterna framför allt i ökat utnyttjande under tjällossningen och andra kritiska perioder (Granlund & Löfroth, 2006). Teoretiska beräkningar har visat att ett ökat utnyttjande på 2-3 % per år räcker för att täcka CTI-investeringen (Andersson & Granlund, 1998). För att beräkna CTI-bilens utnyttjande under tjällossningen och samtidigt göra jämförande analyser med andra transportörer användes i detta fall transportarbete som en beskrivande faktor för utnyttjandet. Indata i beräkningarna var transportdata (levererad volym och medeltransportavstånd för respektive transportör inom distrikten Björna och Bredbyn) för två perioder; året 2005 och perioden 4 april till 26 juni 2005.

Beräkningarna använder enheterna m³f (fastkubikmeter), km, m³f*km, kr och kr/m³f. Transporttalet m³f*km beskriver transportarbetet (TA). För varje mottagningsplats dividerades det utförda transportarbetet med den transporterade volymen. Detta gav det volymvägda medeltransportavståndet enligt följande:

Volymvägt medeltransportavstånd = Summa transportarbete / Summa volym

För att jämföra utnyttjande användes följande ekvation (transportavstånd ej normerat):

$$\text{Relativ skillnad i utnyttjande (\%)} = \left(\left[\frac{\text{CTI-bilens TA (vid X medeltransportavstånd)}}{\text{Medel TA (vid X medeltransportavstånd)}} - 1 \right] * 100 \right)$$

För att översätta volymvägt medeltransportavstånd till transportkostnad (TP-kostnad) användes följande funktioner:

- (1) BK1 TP-kostnad (per m³f) = 17 + 0.5 * Volymvägd medeltransportkostnad
- (2) BK2 TP-kostnad (per m³f) = 19.9 + 0.58 * Volymvägd medeltransportkostnad

Funktionerna grundar sig på en linjär grundkurva för lastbilstransporter som består av en fast kostnad per m³f och en rörlig kostnad per m³f som är proportionell mot avståndet.

Sedan användes följande ekvation för att skatta relativ kostnadsbesparing:

$$\text{Kostnads-} = \left(\frac{\text{Besparing vid lastökning från BK2 (51 ton) till BK1 (62 ton) * 0.75}}{\text{BK1 TP-kostnad} + \text{BK2 TP-kostnad}} \right) * 100$$

besparing(%)

Där besparing vid lastökning från BK2 (51 ton) till BK1 (62 ton) räknas som:

Ursprunglig BK2 TP-kostnad – BK1 TP-kostnad vid lastökning från BK2 till BK1

I ekvationen multipliceras besparingspotentialen med 0.75, som beskriver den del BK2-volymer i distrikten Björna och Bredbyn som är tillgängliga för CTI-bilarna under året.

3. RESULTAT

Inledningsvis behandlas resultatet från uppföljningen av system och bil, som är uppdelad i en praktisk- och analytisk del. Sedan följer avsnittet som behandlar potentiell kostnadsbesparing genom att låta CTI-bilen köra med högre bruttovikt på allmänna vägsträckor som är BK2-klassade samt resultat kring CTI-bilens utnyttjandegrad. Slutligen behandlas hur de olika faktorerna värderas i den ekonomiska jämförelsen mellan CTI-bilen och en vanlig kranbil. De förklarande variablerna bakom värderingen redovisas också.

3.1 Uppföljning av system och bil

3.1.1 Spårdjupsstudie

Studien delades upp på två dagar. Den första dagen kördes 5 överfarter på förmiddagen med tidsintervaller på ca 60 minuter. Dagen efter kördes 5 överfarter på eftermiddagen med samma tidsintervall. Redan efter den första överfarten med normalt däcktryck lämnade CTI-bilen tydliga spår, medan den inte orsakade någon spårbildning alls med sänkt däcktryck. Efter 5 överfarter var spårdjupet 6 cm på provsträckan där CTI-bilen hade kört med normalt däcktryck medan provsträckan där CTI-bilen körde med det näst lägsta däcktrycket nästintill var opåverkad (se tabell 5 och figur 8-9). På den mellersta provsträckan gjordes inga mätningar första dagen.



Figur 8. Provsträcka 1 efter 5 överfarter, normalt däcktryck.

Figure 8. Test lane 1 after 5 passes, normal tire pressure.



Figur 9. Provsträcka 3 efter 5 överfarter, näst lägsta däcktrycket.

Figure 9. Test lane 3 after 5 passes, next lowest tire pressure.

När 10 överfarter gjorts avbröts studien då tjälen stoppade djupare spårbildning (se figur 10). Spårdjupet på provsträckan där CTI-bilen hade kört med fullt däcktryck var då 8 cm på vänsterspåret att jämföra med 3 cm på den sträckan där CTI-bilen kört med det näst lägsta däcktrycket (se tabell 5 och figur 10). Studien visar alltså en halvering av bilens påverkan på den övre delen av väggroppen när den kört med det näst lägsta däcktrycket. Efter studien hade det transporterats ut 411,5 ton virke under två dagar samt att CTI-bilen hade passerat provsträckorna tolv gånger (tabell 4).

Tabell 4. Taravikt (ton) för CTI-bilen samt uppskattad nyttolast (ton) på CTI-bilen vid spårdjupsstudien

Table 4. Truck weight (ton) and load weight during the rut-depth study

	Chassi	Kran, hytt	Släp	Summa
CTI-bil, tara	13	2.8	6.5	22.3
Överfart nr.	Bil		Släp	
1	12		33	45
2	13		35	48
3	12		32	44
4	12		32	44
5	11		29	40
6	10		28	38
7	10		27	37
8	11		27	38
9	11		28	39,5
10	11		27	38
Summa:				411.5

Tabell 5. Spårdjup i cm på vägens mätpunkter efter 5 och 10 överfarer
 Table 5. Average surface deflection measured on the test lanes after 5 and 10 passes

5 överfarer	Med normalt däcktryck		Med CTI-tryck			
	<i>Landsväg lastad</i>		<i>Grusväg lastad</i>		<i>Dålig grusväg lastad</i>	
Spårdjup cm	Höger	Vänster	Höger	Vänster	Höger	Vänster
Mätpunkt 1	7	9	-	-	2	1
Mätpunkt 2	7	4	-	-	3	2
Mätpunkt 3	6	6	-	-	3	2
Mätpunkt 4	4	7	-	-	3	2
Mätpunkt 5	5	6	-	-	4	3
Medel efter 5 öf.	6	6	-	-	3	2
10 överfarer						
Mätpunkt 1	7	10	8	7	3	3
Mätpunkt 2	8	5	7	7	4	4
Mätpunkt 3	7	7	8	6	3	2
Mätpunkt 4	6	9	6	6	3	3
Mätpunkt 5	7	7	7	7	5	4
Medel efter 10 öf.	7	8	7	7	4	3
Standardavvikelse	1.2	1.9	0.6	0.5	0.9	1.1



Figur 10. Provsträcka 1 efter 10 överfarer, normalt däcktryck.
 Figure 10. Test lane 1 after 10 passes, normal tire pressure.

3.1.2 Däcktryck och däckslitage

Ingen av respondenterna i enkäten (n=4) uppfattade tiden för däcktrycksändringar som något problem. I tabell 6 redovisas tidsåtgången för CTI-bilen där registrering är gjord vid respektive arbetsmoment.

Tabell 6. Tid (medeltal i minuter) för däcktrycksändring (n=2)
Table 6. Avarage time for changing tire pressure (n=2)

Arbetsmoment	Inställning CTI	Inställning CTI	Tidsåtgång (min)		
			Styr	Driv	Släp
Lossning: (tömning)	Landsväg lastad	till Landsväg olastad	0.5	0.5	0.5
Vägbyte: (tömning)	Landsväg olastad	till Grusväg olastad	0.5	0.5	0.5
Lastning: (fyllning)	Grusväg olastad	till Grusväg lastad	6.5	6.5	6.5
Vägbyte: (fyllning)	Grusväg lastad	till Landsväg lastad	11	10	8.5
Lossning: (tömning)	Landsväg lastad	till Landsväg olastad	0.5	0.5	0.5
Vägbyte: (tömning)	Landsväg olastad	till Grusväg olastad	0.5	0.5	0.5
Lastning: (fyllning)	Grusväg olastad	till Dålig grusväg lastad	3	3	3
Vägbyte: (fyllning)	Dålig grusväg lastad	till Landsväg lastad	12	11	9.5

Resultatet från fältstudien visade att CTI-bilen hade acceptabla tider för att släppa ut luft men även vid påfyllning. Långa påfyllningstider på grund av otillräckliga kompressorer har tidigare skapat problem för åkarna eftersom däcken inte tillåter full hastighet vid låga tryck (Granlund & Andersson, 1998). Tidigare studier har därför fokuserat på tiden vid tryckökning från grusväg olastad till grusväg lastad som pågår under lastning och som kunde ta ända upp till 40 minuter. Tanken var att denna tid inte bör överstiga tiden för en normal lastning med kran vilket tar 15-25 minuter (Granlund & Andersson, 1998). CTI-bilens påfyllningstider till grusväg lastad och dålig grusväg lastad var därför helt acceptabla och understeg lastningstiden med god marginal. Resultatet från studien visade att påfyllningstiderna inte påverkade transporttiden från industri till avlägg och tillbaka. Vid användning av det så kallade nödtrycket kan dock stilleståndstid uppstå vid påfyllning. Men alternativet är fastkörning och det skulle troligtvis ta ännu längre tid.

Alla respondenter (n=4) ansåg att de anpassade däcktrycken gav ett något lägre däckslitage. Först och främst på grund av att man alltid kör på rätt däcktryck med hänsyn till last och hastighet. En av respondenterna påpekade dessutom att däckexplosioner vid punktering minskar på grund av att man kan fortsätta köra genom att det går att fylla på luft under färd. Granlund (pers. medd. 2006) menar att den största positiva effekten ses på drivhjulen. Erfarenheter säger att däcken på drivhjulen får cirka 20 % längre livslängd eftersom dragkraften ökar och eliminerar slirning på olastade bilar (Granlund & Löfroth, 2006). Granlund (pers. medd. 2006) påpekar dock att man har sett en minskad livslängd på aluminiumfälgar.

3.1.3 Bränsleförbrukning

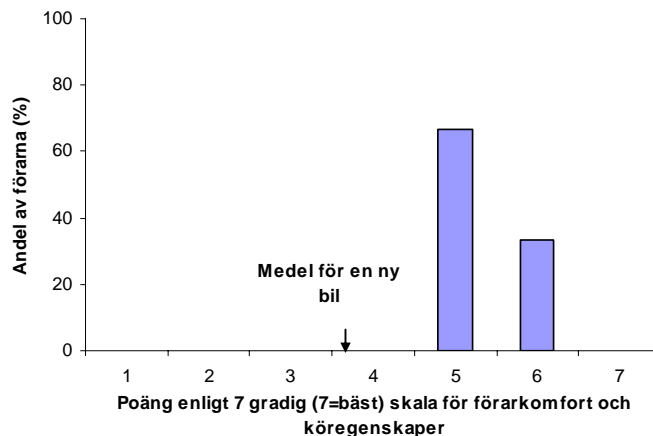
Enligt respondenterna (n=4) ökar bränsleförbrukningen med CTI vid körning på grusväg. Det huvudsakliga skälet till ökningen är troligtvis att rullmotståndet ökar vid reducerat lufttryck. En av respondenterna trodde att ökningen berodde på att man kör saktare på

dåliga vägvagnsnitt. Ingen mätbar, konstaterad skillnad i bränsleförbrukning har dock kunnat presenteras i någon svensk studie. Granlund (pers. medd. 2006) menar att bränsleförbrukningen ökar på asfalt på grund av att man kör med lägre lufttryck men att bränsleförbrukningen minskar på dåliga grusvägar. Orsaken till minskningen är att däcken inte gräver ner sig, vilket leder till ett minskat rullmotstånd..

3.1.4 Arbetsmiljö och köregenskaper

Alla respondenter (n=4) var eniga om att förarkomforten ökar med CTI (se figur 12). Det är först och främst ur vibrationssynpunkt, där rätt däcktryck fungerar som stötdämpning, vilket gör körningen lugnare och behagligare, speciellt vid tomkörning. En vanlig kranbil där man valt däcktryck efter fordonets maxhastighet och maxlast har ett onödigt högt däcktryck när fordonet körs olastat på dåliga vägar. Det är dock bara en förare som tror de minskade vibrationerna leder till minskat slitage på föraren. I stället tror två av förarna att belastningen på armar och axlar ökar, i synnerhet vid manövrering i lägre hastigheter. Detta beror på de ökade styrkrafter som krävs med det lägre lufttrycket i framhjul. Respondenterna (n=3) var också eniga om att mindre skakningar, slag och vibrationer minskar slitaget på ekipaget vilket kan leda till minskade småfel, såsom t. ex. trasiga lampor. I förlängningen kan det leda till ett ökat restvärde genom att chassi och släpvagn kan avskrivas på 8 år respektive 10 år istället för 6.5 och 8 år som är normalt för ett virkesfordon. Vidare minskar reparationskostnaderna med CTI.

Respondenternas (n=3) erfarenheter indikerade att dragkraften ökade vid sänkt däcktryck. Det i samband med bättre väggrepp, speciellt på vintern, och ökad framkomlighet gör att alla förare svarade att köregenskaperna hade förbättrats sedan de fick CTI monterat på ekipaget.



Figur 11. Värdering av förarmiljö och köregenskaper för CTI-bil enligt en sjugradig skala.

Figure 11. Evaluation of working environment and driving experience for a CTI-equipped vehicle compared to normal truck in scale with max 7 credits (best).

3.2 Ekonomisk analys

3.2.1 Potentiell kostnadsbesparing genom högre bruttovikt på BK2-vägar

Beräkningarna från besparingskalkylen visar att man kan sänka transportkostnaderna med 3,8 % per år genom att låta CTI-ekipagen köra med högre bruttovikt på allmänna vägsträckor som är BK2-klassade (Bilaga 4). Vissa förutsättningar och antaganden ligger till grund för studien:

- Man förutsätter att 25 % av alla BK2-volymer i distriktet Björna och Bredbyn är otillgängliga på grund av att dessa volymer ligger efter vägavsnitt som är nedklassade på grund av något annat än vägkvalitén, t.ex. en bro.
- Att en eller flera CTI-ekipage levererar 75 % av alla BK2-volymer. Denna faktor innebär utökade restriktioner vid den praktiska transportplaneringen men vid utformningen av besparingskalkylen togs ingen hänsyn till hur transportplaneringen sköts inom distriktet Björna och Bredbyn.
- Tillägget på transportkostnaden vid körning med lägre bruttovikt på BK2-vägar är beräknat med 17 %.

Resultatet 0,54 % är beräknat med transportdata för år 2004. För 2005 var motsvarande siffra 0,37 % (se tabell 7). Den totala kostnadsbesparingen i transportkostnad omvandlat i kronor låg i intervallet 130 000 – 250 000 kr. Beloppet är något högre än tilläggskostnaderna i transportdata. De siffrorna är baserade på en annan kostnadsfunktion. Avvikelsen är 5-10 %.

Tabell 7. Potential kostnadsbesparing per år vid körning med 40 tons nyttovikt på vägar som har restriktioner på max 30 tons nyttovikt.

Table 7. The potential savings due to CTI-equipped vehicles are allowed to carry full payloads on roads that have restrictions to maximum 30 tonnes payload

År	Volym (1000*m ³ f)		Medelavstånd (km)		Transportkostnad (milj.kr)		Kostnadsbesparing	
	BK1	BK2 ¹	BK1	BK2	BK1	BK2	%	Kr
2004	617	21	82	86	35,8	1,9	0,54	202 500
2005	609	18	80	58	34,6	1,3	0,37	133 600

¹75 % av den totala BK2-volymer inom försöksområdet

3.2.2 Transportarbetets effekt på utnyttjandegraden

Transportarbetet för 2005 enligt transportdatakalkylen (bilaga 5) var 4,52 miljoner m³f *km för CTI-bilen, 4,15 miljoner m³f *km för åkeriets andra bil och 2,91 miljoner m³f *km för medelbilen. Medelbilen är ett urval av transportörer som hade transporterat mer än 10 000 kubikmeter under året. Medeltransportavståndet var 7,8 mil för CTI-bilen till 8,4 mil för åkeriets andra bil och 8,0 mil för medelbilen. Resultatet från beräkningarna visade att CTI-bilen låg 55 % högre i transportarbete än medelbilen trots kortare medeltransportavstånd. Resultatet visade också att CTI-bilens transportarbete varierade med säsong över året jämfört med medelbilen. Vid tjällossningsperioden, vecka 14-25 visade beräkningarna att CTI-bilen låg 74 % högre i transportarbete. Medeltransportavstånden var också här kortare för CTI-bilen än medelbilen (medelbilen = > 4000 kubikmeter under perioden).

Tabell 8. Jämförelse mellan CTI-bilen, åkeriets andra bil och medelbilen rörande volymvägda medelvärden av transporterad volym, transportavstånd och transportarbete
Table 8. Comparison between the CTI-equipped vehicle, trucking company second car and average vehicle concerning mean value of transported volume, transport distance and transport work

Period	CTI-bilen		Åkeriets andra bil		Medelbilen	
	2005	v.14-25	2005	v.14-25	2005	v.14-25
Volym 1000*(m ³ f)	58,1	15,3	49,5	10,2	36,5	8,2
Transportavstånd (km)	77,8	77,5	83,9	92,5	79,9	82,9
TP-arbete (milj. m ³ f*km)	4,52	1,19	4,15	0,94	2,91	0,68
Relativ skillnad i TP-arbete jämfört med:						
Åkeriets andra bil	9 %	26 %				
Medelbilen	55 %	74 %				

Ett högre transportarbete för CTI-bilen än jämförande rundvirkestransportörer i transportdata tyder på att CTI-bilen har haft ett högre utnyttjande under tjällossningen. Tillsammans med enkätuppgiften bedöms utnyttjandegraden per år ligga 1-2 % högre än en vanlig kranbil.

3.2.3 Värdering av redovisade faktorer inför den ekonomiska jämförelsen

I tabell 9 sammanfattas och värderas erhållna och redovisade resultat inför den ekonomiska jämförelsen mellan CTI-bilen och en vanlig kranbil. Värderingen är gjord utifrån samlade uppgifter och mätningar.

Den ekonomiska jämförelsen mellan CTI-bilen och standardbilen (bilaga 3), visar dock en kostnadsökning för CTI-bilen på 1,26 % per timme när man inte väger in de positiva effekter systemet ger. Det är den extra investeringen som utgör kostnadsökningen. Väger man sedan in de positiva effekterna som har redovisats i studien, får CTI-bilen en kostnadsminskning gentemot kranbilen på 4 % per timme (26 kr/h). Resultatet från jämförelsen är beräknade med de insamlade uppgifter och förutsättningar som rådde under 2005. Ändrar man förutsättningarna varierar CTI-bilens ekonomiska nytta (diskuteras mer omfattande i diskussionsdelen).

Tabell 9. Värdering och sammanställning av redovisade faktorer. Till höger visas värderingen i procent. I mitten visas på vilket sätt uppgifterna är insamlade. Kryssens storlek visar uppgiftens betydelse i värderingen (X = högst betydelse)

Table 9. Valuation and compilation of described factors. To the right is the valuation in per cent. The columns in the middle describes which way the information are collected. The size of the cross shows the importance of the information (X = highest importance)

Faktor	Mätningar	Enkät	Litteratur-uppgift	Muntlig uppgift	Värdering %
Vägunderhåll pga. sönderkörning	X	x	x	x	- 100 % jfr. vanlig bil
Däcktrycksändringar	X	x	x	X	0
Däckslitage	-	X	X	X	- 6 % jfr. vanlig bil
Övrigt slitage	-	x	X	X	- 30 % jfr. vanlig bil
Bränsleförbrukning	-	X	x	X	0
Arbetsmiljö	-	X	X	x	0
Köregenskaper	-	X	x	X	0
BK2 och BK3-dispens	X	-	-	x	0
Utnyttjande	X	x	x	x	+1-2 % jfr. vanlig bil

4. DISKUSSION

4.1 Utvärdering av material och metod

Vid den här typen av studie är man väldigt beroende av de förutsättningar som råder för undersökta perioder. Tjällossningen under 2005 var ur skogsnärings synpunkt väldigt gynnsam. Mätningar i Västernorrland visade på ett långsamt upptiningsförlopp vilket ledde till att det vattenöverskott som bildas i vägkroppen då isen tinar byggdes upp långsammare än vanligt, samtidigt som det gav möjlighet för vattnet att dränera (Johansson, 2005). Detta gjorde att flera av de planerade studieplatserna blev i allt för bra skick för att göra några mätningar på. Resultatet från de praktiska fältförsöken grundar sig därför på få mätningar utan hänsyn till olika förhållanden. Å andra sidan var det de förutsättningar som rådde 2005. Resultatet och de kostnader som beräknats i arbetet hade därför troligtvis förändrats vid andra förutsättningar.

En enkätundersökning bedömdes vara bästa sättet att samla in relevant information på. Två olika respondentgrupper användes under studien. Den första, CTI-åkarna användes för att kartlägga nuvarande arbetsutnyttjande, samt möjligheter och potentiella problem med systemet. Respondentgrupp nummer två användes bara för att samla in information om en vanlig kranbils arbetsutnyttjande. Urvalet av individer i respektive respondentgrupp har betydelse för det resultat som erhålls från undersökningen. En skillnad i urvalet vid denna undersökning var att alla CTI-åkare inom försöksområdet fick besvara enkäten, medan bara ett åkeri med vanliga kranbilar ingick i den andra respondentgruppen. Valet att bara använda sig av ett åkeri berodde på att det ansågs räcka för att få representativa svar. Det är inte troligt att några stora förändringar i svaren skulle ske med flera respondenter eftersom det aktuella åkeriet representerar försöksområdet väl.

4.2 Teknik och ekonomi

Det finns idag inga svenska tillverkare av CTI-system, men däremot ett flertal utländska som levererar skraddarsydd system anpassade för den svenska marknaden. Problemet tidigare var att systemet var utvecklat för nordamerikanska förhållanden vilket ställde till problem då vi i Sverige använder andra lastvikter, fordonstyper och väghastigheter. Men efter ett ökat intresse för systemet i Sverige har samarbetet förbättrats med systemtillverkarna, vilket har lett till ett system anpassade för den svenska marknaden. Det finns dock fortfarande ingen svensk återförsäljare av det dominerande CTI-systemet och därmed inte heller någon stark serviceorganisation. Den serviceorganisation som finns idag klarar gott och väl av den marknad som finns i Sverige, men skulle antalet CTI-utrustade bilar fördubblas behövs en betydligt mer utvecklad serviceorganisation.

I tidigare studier befarade man att lösningen med utanpåliggande slangar inte skulle fungera i praktisk drift. Yttre påverkan skulle göra att slangarna gick sönder och orsaka stillestånd. Erfarenheten visar dock att i endast några fall har en slang behövts bytas ut av den orsaken och då främst i form stockar som har fallit på slangarna vid lastning (Granlund pers. medd. 2005).

Trots att det CTI-system som användes på CTI-bilen är otroligt smidigt med förinställda program för däcktrycken, krävs att åkaren har utarbetat ett arbetssätt för

däcktrycksändringar för att inte förlora dyrbar tid vid vägbyten, t.ex. på grund av att man inte kan köra med full hastighet. Utifrån en normal vända med lastbilen, som normalt innehåller 4 däcktrycksändringar (se 2.1) kan tid tjänas vid båda påfyllningarna. Det bästa sättet är att starta den första påfyllningen innan lastning. Då hinner systemet fylla på med luft under tiden lastning pågår. Beroende på vägens längd och kvalité ut till landsvägen kan sedan föraren starta andra påfyllningen under färd för att systemet ska hinna fylla på med luft innan man kommer ut på landsvägen. Då behöver föraren aldrig stanna vid utfarten för att fylla på luft och kan dessutom köra med full hastighet på landsvägen. På samma sätt kan föraren släppa ut luft strax innan man når skogsbilvägen på ditvägen. Då kan föraren hålla en högre hastighet redan från start på skogsbilvägen på grund av att det lägre lufttrycket i däcken fungerar som stötdämpning.

Totalt kostar ett CTI-system 150 000 – 200 000 kr färdigmonterat. Men Granlund (pers. medd. 2006) räknar med att priset kan sjunka till 100 000 kronor om volymerna ökar. Dessutom är lastbilstillverkarna Scania och Volvo positivt inställda på att erbjuda systemet som tillval i framtiden om det nationella projektet visar att det ger positiva resultat avseende främst vägslitage och därmed rekommenderar användandet (Sjöberg, 2006). Detta kanske skulle kunna leda till att priset sjunker ytterligare.

Resultaten från de potentiella inbesparingarna visar att den ekonomiska nyttan med systemet är väldigt stora för transportköparen. Vinsterna ligger framför allt i minskade transportkostnader under tjällossningen. Men studien visar också att vägslitage och vägunderhållet pga. sönderkörning minskar på vägar som trafikerats av CTI-fordon. Det öppnar möjligheten för skogsägaren att vid nybyggnation och upprustning anpassa vägarna för CTI-fordon. CTI är dock ingen ursäkt för att låta bli vägunderhållet. Vid en rejäl tjällossning hjälper troligen inte ens CTI. Vilket innebär att skillnaden i vägunderhållskostnad pga. sönderkörning mellan CTI-bil och vanlig kranbil i tabell 9 kan vara överskattade. Fördelen är snarare att skogsägaren slipper få en bra väg sönderkörd om vägarna har en tillräckligt bra standard.

Frågan i slutändan är dock hur kostnaderna ska fördelas mellan åkeriägaren och transportköparen. Hittills har transportköparen stått för CTI-investeringen. Men på sikt blir det förmodligen åkerierna som får stå för investeringarna mot att de kan ta ut högre taxor för CTI-transporter. Genom att analysera resultaten från den ekonomiska jämförelsen mellan CTI-bilen och en vanlig kranbil kan man konstatera att det finns pengar att tjäna för både åkeriägaren och transportköparen. Det är först och främst tre faktorer som är intressanta att titta närmare på; teknisk utnyttjandegrad, fordonets avskrivningstid och vägunderhållskostnader. De faktorer som påverkar den tekniska utnyttjandegraden är tiden för reparationer och stilleståndstid pga. förfall. Reparationstiden är oftast oförändrad från år till år medan förfallsperioden kan variera. I jämförelsen användes därför samma reparationstid som i grundförutsättningarna medan tre olika scenarier för beräknat bortfall på grund av förfall jämförs. Tidsbortfallet varierades mellan 60-220 h/år för en vanlig kranbil respektive 8-32 h/år för CTI-bilen. Resultatet visar att CTI-bilens ekonomiska nytta ökar desto längre förfallsperioden är (se tabell 10). Kostnadsminskningen ligger i intervallet 4-8 % per timme och var störst vid ett lägre tids

utnyttjande per år. Anledningen till detta är att ett eventuellt bortfall slår hårdare på utnyttjandegraden eftersom man har färre timmar att fördela bortfallet på.

Tabell 10. Teknisk utnyttjandegrad och kostnadsminskning vid tre tänkbara scenarier för beräknat bortfall på grund av förfall. Förfallsscenarierna är i sin tur beräknade med tre olika tids utnyttjande per år

Table 10. Machine utilization and cost reduction at three different thaw scenarios. The thaw scenarios are calculated with three different time utilization

Utnyttjad tid, h/år	Beräknat bortfall pga. förfall, h/år		Teknisk utnyttjandegrad (TU), %		Kostnads- minskning, %
	Utan CTI	Med CTI	Utan CTI	Med CTI	
3500	60	8	96,0	98,1	4,6
	110	16	94,6	97,8	5,8
	220	32	91,4	97,4	8,5
4000	60	8	96,5	97,8	3,9
	110	16	95,3	97,6	4,9
	220	32	92,5	97,2	7,3
4500	60	8	96,7	98,0	3,7
	110	16	95,8	97,9	4,7
	220	32	93,3	97,5	6,8

Ett av studiens syften bestod i att kvantifiera den ekonomiska nyttan till följd av lägre kostnader för preparering och återställning av vägar. Ett delmål var den praktiska spårdjupsstudien som visade att CTI-systemet medför en halvering av bilens påverkan på den övre delen av vägkroppen. Det andra delmålet var att utifrån resultatet från spårdjupsstudien väga in vägunderhållskostnader pga. sönderkörning i den ekonomiska jämförelsen. Resultatet visar att CTI-bilen får ytterligare en kostnadsminskning på 0,75 – 2,26 % per timme (6 – 16 kr/h) gentemot kranbilen om man väger in vägunderhållskostnaderna pga. sönderkörning i kalkylen. Den totala kostnadsminskningen gentemot kranbilen är då 4,74 - 6,25 % per timme (31 – 42 kr/h). Det innebär samtidigt att man kan sänka de totala vägunderhållskostnaderna för försöksområdet med 1,25 – 3,75 % per år (40 000 - 115 000 kr/år) om man har 2 stycken CTI-bilar inom området.

Den sista faktorn som är intressant att titta närmare på är avskrivningstiden. Att CTI-bilens mjuka gång minskar slitaget på bilen och ger ett ökat restvärde är rimligt, men hur mycket är obesvarat. Utifrån CTI-bilens bedömda avskrivningstid gjordes därför en känslighetsanalys. Resultatet visar att den ekonomiska kalkylen påverkas med +/- 1 % om man varierar CTI-bilens avskrivningstid med +/- 10 % (se bilaga 3). CTI-bilens totala minskade kostnader gentemot kranbilen ligger då i intervallet 3,05 – 4,76 % per timme (20 – 32 kr/h).

Den faktor som påverkar CTI-bilens ekonomiska nytta negativt, förutom investeringen, är tjänstevikten. CTI-systemet väger omkring 100 kilo. Studier visar att varje kilogram ökad fordonsvikt innebär en kostnadsökning på 1,5 kr per transporterat ton vid ett medeltransportavstånd på 92 km (Granlund & Löfroth, 2006). Den ekonomiska jämförelsen tar

inte hänsyn till tjänstevikten och således kan den totala kostnadsminskningen bli något lägre än vad som uppskattades i denna studie.

4.3 Framtid

I dagsläget har skogsbrukets rotnetto fallit med över 30 procent sen 1995. Samtidigt har kostnaderna efter avverkning stigit med över 40 procent (Thor, 2006). Orsakerna är oklara. Höga vägunderhållskostnader på grund av året-om-avverkning är en tänkbar orsak. Kraven på just-in-time-leveranser från sågverken med följande timmerbilstrafik på svaga vägar är en annan. En sak är dock säker och det är alla inblandade parter måste kostnadseffektivisera i kedjan efter avverkning. Ett alternativ är att använda CTI-ekipage som ett komplement åt vanliga kranbilar. Det ger möjlighet till en transportplanering där CTI-ekipagen kan styras till trakter som inte vanliga kranbilar klarar av och samtidigt säkra virkestransporterna även under kritiska perioder, som under tjällossning eller ihållande regnperioder. En slutsats från studien är att det finns pengar att tjäna för transportköparen med hjälp av CTI-utrustade fordon. Hur mycket pengar det handlar om är beroende på klimatet och i vilken grad man använder sig av CTI-bilarna i den praktiska planeringen. Således kan det finnas mer pengar att tjäna vid perioder av dålig bärighet och när CTI-ekipagen utnyttjas optimalt i transportplaneringen. För att hitta den bästa användningen av CTI-bilarna på regionsnivå behövs fler analyser som tar hänsyn till olika förutsättningar och förändringar i virkestillgång och efterfrågan under olika delar av året.

Rekommendationerna nedan är därför begränsade till att gälla med de förutsättningar som rådde för år 2005:

- Bara en del av regionens transportörer skall vara utrustade med CTI. Denna andel bör vara en CTI-utrustad bil per distrikt (300 000 levererad volym och år). Bedömningen är gjord efter kvantiteten BK2-volym samt kvantiteten virke som ligger efter svåråtkomliga vägar.
- CTI-bilarna skall vara strategiskt placerade och nyttjas under tjällossningen samt under höstperioden för att köra med BK1-lass på BK2-vägar.
- Fungera som backup på kritiska trakter. Vid kritiska perioder med stora avlägg kan CTI-bilarna agera gruppkörning för att minska slitaget på vägarna.

Ett stort beslut som talar för systemets ekonomiska nytta är vägverkets nya tjälpolicy som förväntas träda i kraft under 2006 (Granlund pers. medd. 2005). Kontentan av beslutet är att CTI-bilarna tillåts fortsätta köra på avstängda vägar vid tjällossningen tills man kan se någon påverkan på vägen. Vidare får CTI-bilarna köra med högre bruttovikt på allmänna vägsträckor som är BK2- eller BK3-klassade utan dispensförförande. Beslutet gäller inte nedklassade broar. Tidigare har transportledaren ansökt dispens för att CTI-bilarna ska få köra på nedklassade vägar och beviljande har skett från fall till fall. Den nya tjälpolicyen förenklar transportorganisationen avsevärt eftersom man får tillgång till hela vägnätet året om och sannolikt får beslutet stor inverkan på systemets genomslagskraft.

4.4 Slutsatser

- CTI-systemet bidrar till en mjukare körning, vilket leder till en bättre arbetsmiljö för föraren och minskat slitage på däck och fordon.
- Framkomligheten ökar och vägslitaget minskar på vägar som trafikeras med CTI, eftersom föraren kan grensla tidigare spår och däcken inte gräver ner sig lika lätt. Vilket medför kraftigt minskade vägunderhållskostnader pga. sönderkörning.
- CTI-systemet medverkar därför till att den tekniska utnyttjandegraden ökar med 1-2 %.
- På allmänna vägsträckor som är BK2-klassade går det att minska transportkostnaderna med 0,5 % genom att låta CTI-ekipagen köra med högre bruttovikt.
- Sammantaget bidrar CTI-systemets positiva effekter till en kostnadsminskning på 4-6 % per timme gentemot en konventionell rundvirkesbil.

REFERENSER

Skriftliga referenser

- Anon, 2005. Holmen Årsredovisning 2004, Holmen AB, Stockholm.
- Andersson, G. & Granlund, P. 1994. *Lätta på trycket med CTI*. Skogforsk, Uppsala. Resultat nr 3.
- Arvidsson, P-Å. & Johansson, S. 1999. *Statligt vägnät klarar inte tunga transporter - bärighetsproblemen kostar skogsnäringen en miljard per år*. Skogforsk, Uppsala. Pressmeddelande.
- Bradley, A. 1996. *Trial of a central inflation system on thawing forest roads*. FERIC, Forest Engineering Research Institute of Canada. Report No TR-000116.
- Ekenberg, T. 2006. *Rätt tryck klarar virkestransporterna*. Din Skog nr 1, s. 26-27.
- Granlund, P. & Andersson, G. 1998. *Möt våren med CTI – Studier av virkesfordon utrustade med CTI våren 1997*. Skogforsk, Uppsala. Redogörelse nr 2.
- Granlund, P. & Andersson, G. 1998. CTI på virkesfordon ger bättre framkomlighet och större dragkraft. Skogforsk, Uppsala. Resultat nr 2.
- Granlund, P. Eliasson, T. & Ersson, B. 1999. *Bra affär med CTI på virkesbilen*. Skogforsk, Uppsala. Resultat nr 4.
- Granlund, P. & Löfroth, C. 2006. *Tryck- och energi i transporterna*. Skogforsk utvecklingskonferens Umeå 2006.
- Gustafsson, B. 2006. *Bra för både väg och förare – lyckat försök med däcktrycksövervakning*. Trailer nr 2, s. 104-105.
- Johansson, S. 2001. *CTI - gör så att virket kan köras ut på svaga vägar: tekniken som lobbyn talar tyst om*. Tidningen Skogen nr 1, s. 18-21.
- Johansson, K. 2005. *Tjälgränsmätningar på grusväg*. Teknisk rapport 2005:17. Luleå tekniska universitet.
- Jonsson, T. Carne, U. Filipsson, S. & Öster, L. 1991. *Skogsbilvägar: service, underhåll och upprustning*. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista.
- Löfroth, C. Ekstrand, M. & Rådström, L. 2005. *Konsekvenser för skogsnäringen av Skatt på väg (SOU 2004:63)*. Skogforsk, Uppsala. Arbetsrapport nr 587.

Thor, M. 2006. *Vi vill vässa skogsbrukets konkurrenskraft*. Skogforsk utvecklingskonferens Umeå 2006.

Muntliga referenser

Anders Åström, 2005, 2006, Transportledare Holmen Skog, region Örnsköldsvik.

Brian Spreen, 2005, President TPC International, Edmonton, Alberta, Canada.

Jonas Eriksson, 2005, Logistik, Skogstekniska avdelningen, Holmen Skog, Örnsköldsvik.

Mattias Sjöberg, 2006, PhD, Road Safety Research, Scania CV AB.

Paul Granlund, 2005, 2006, Forskare Skogforsk, Uppsala.

Stig-Björn Hallin, 2005, 2006, Transportledare Örnfrakt.

Bilaga 1

Enkät: CTI

Examensarbete: Utvärdering av CTI i lastbilar

(CTI-projekt Holmen Skog/Örnfrakt/SLU 2005-2006)

Hej!

Jag heter Martin Åkerlund och är alldeles i slutfasen av min utbildning till Jägmästare på Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. För tillfället skriver jag mitt examensarbete som syftar till att utvärdera en CTI-utrustad lastbil, Strandbergs Åkeri i Örnsköldsvik.

Eftersom du ingår som en av bilarna i det nationella CTI-projektet skulle jag vilja att du svarar på en enkät som skulle hjälpa mig i det fortsatta arbetet.

OBS! Enkäten finns också tillgänglig på: <http://enkater.slu.se/svara.cfm?sv=215-121012>

Glad för svar!

Med vänliga hälsningar

Martin Åkerlund

Syfte

I Jägmästarprogrammet ingår ett enskilt examensarbete på 20 poäng där studenten får visa sin förmåga att, med stöd av en handledare och en examinator vid någon av skogsvetenskapliga fakultetens institutioner, tillämpa sina kunskaper och självständigt behandla och redovisa en uppgift.

Huvudsyftet med mitt examensarbete är att utvärdera ett fältförsök med en CTI (Central Tire Inflation)-utrustad lastbil samt att utreda om CTI-tekniken är ekonomiskt försvarbar med dom förutsättningar som rådde under tjällossningen 2005.

Enkäten innehåller tre delar:

- Analysdel
- Driftstudie
- Virkesflöde/transportorganisation

Resultatet av enkäten kommer att användas i mitt examensarbete.

Ansvarig utgivare

Martin Åkerlund

Tel: 073-9305316, 090-772103

Bilaga 1

Del 1: Analysdel

Denna del kommer att användas för att utreda om CTI-tekniken är ekonomiskt försvarbar med dom förutsättningar som rådde under tjällossningen 2005. Resultatet av den här delen kommer att ligga som grund i en lastbils kalkyl där CTI-bilen jämförs med en vanlig kranbil för att beräkna den ekonomiska nyttan.

OBS! Ange gärna egna siffror och lämna kommentarer där det ges möjlighet. Det gör studien mer anpassad för era förhållanden och förutsättningar.

*** 1.1 Utnyttjad tid, CTI-bilen, h/år**

Utnyttjad tid, h/år:

Förslag (mina uppgifter):

3 800 h/år (3600 h + 200 h övertid, 2-skift, 220 dgr/år)

Annat (era uppgifter):

Utnyttjad tid, h/år:

*** 1.2 Teknisk utnyttjandegrad, CTI-bilen**

Beräknat bortfall, h/år

Förslag (mina uppgifter):

Reparationstid: 40 h/år

Bortfall pga förfall: 0 h/år

Annat (era uppgifter):

Reparationstid:

Bortfall pga förfall:

Övrig tid:

*** 1.3 Teknisk utnyttjandegrad, CTI-bilen**

Har den tekniska utnyttjandegraden ökat sen ni fick CTI-systemet monterat på lastbilen?

Ja

Nej

Vet ej

Ev kommentar:

Bilaga 1

* 1.4 Körsträcka CTI-bilen, mil

Årlig körsträcka, mil:

Förslag (mina uppgifter):

15 000 mil (enl. uppgifter från Svenska Åkeriförbundet + egen uppskattning. Vid normala medeltransport avstånd =ca 10 mil)

Annat (era uppgifter):

Årlig körsträcka:

* 1.5 Körsträcka CTI-bilen, mil

Körsträcka kvartal 2 (april, maj och juni)

Förslag (mina uppgifter):

4 500 mil (enl. uppgifter från skogsåkarna + egen uppskattning. Vid normala medeltransport avstånd =ca 10 mil)

Annat (era uppgifter):

Körsträcka kvartal 2

* 1.6 Investeringskostnad CTI-bilen (Besvarades bara av CTI-bilen)

Grundinvestering CTI-bilen exkl. däck:

Förslag (mina uppgifter):

Chassi, komplett: 1 500 000 kr

Släpvagn: 600 000 kr

Kran: 450 000 kr

Annat (era uppgifter):

Chassi, komplett:

Släpvagn:

Kran:

* 1.7 Amorteringstid CTI-bilen, år (Besvarades bara av CTI-bilen)

Förslag (mina uppgifter):

Chassi, komplett: 6,5 år

Släpvagn: 10 år

Kran: 8 år

Annat (era uppgifter):

Chassi, komplett:

Släpvagn:

Kran:

Bilaga 1

* 1.8 Investeringskostnad CTI-bilen (Besvarades bara av CTI-bilen)

Däckkostnad, kr:

Förslag (mina uppgifter):

Chassi, komplett: 40 000 kr

Släpvagn: 45 000 kr

Annat (era uppgifter):

Chassi, komplett:

Släpvagn:

* 1.9 Reperationskostnader inkl. service, år (Besvarades bara av CTI-bilen)

Förslag (mina uppgifter):

200 000 kr (OBS! CTI-bilen exkl. CTI-systemet)

Annat (era uppgifter):

Reperationskostnader inkl. service, år

* 1.10 Övriga kostnader (Besvarades bara av CTI-bilen)

Telefon, radio, garage, adm.

Förslag (mina uppgifter):

50 000 kr

Annat (era uppgifter):

Telefon, radio, garage, adm.:

* 1.11 Investeringskostnad, CTI

Skulle ni kunna tänka er att investera i CTI-systemet själva?

Ja, utan ekonomisk kompensation

Ja, med ekonomisk kompensation, tex. ett extra CTI-tillägg

Nej

Ev kommentar:

* 1.12 Investeringskostnad, CTI

Hur tycker ni den optimala avtalsutformningen och kostnadsfördelningen ser ut vid körning med CTI?

Kommentar:

Bilaga 1

Del 2: Driftstudie

Denna del kommer att användas som underlag för att beräkna drifts-, underhålls- och reparationskostnader på system och bil.

Samt som en uppföljning av system och bil med avseende på däcktryck, bränsleförbrukning, körhastighet och arbetsmiljö m.m.

OBS! Ange gärna egna siffror och lämna kommentarer där det ges möjlighet. Det gör studien mer anpassad för era förhållanden och förutsättningar.

*** 2.1 CTI-systemet**

Har ni haft några problem med CTI-systemet?

Ja

Nej

Ev kommentar:

*** 2.2 Reparationskostnader inkl. service, CTI, år**

Förslag (mina uppgifter):

10 000 kr/år (OBS! Bara det som tillhör CTI-systemet)

Annat (era uppgifter):

Reparationskostnader inkl. service, CTI, år

*** 2.3 Drivmedel**

Bränsleförbrukning med CTI:

Högre bränsleförbrukning med CTI vid körning på grusväg

Lägre bränsleförbrukning med CTI vid körning på grusväg

Ev kommentar:

*** 2.4 Drivmedel**

Bränsleförbrukning med CTI, kr/mil:

Förslag (mina uppgifter):

5.0-6.0 kr/mil

Annat (era uppgifter):

Bränsleförbrukning med CTI, kr/mil:

Bilaga 1

* 2.5 Däckslitage, totalt

Däckslitage med CTI:

Högre däckslitage med CTI

Lägre däckslitage med CTI

Ev kommentar:

* 2.6 Däckslitage, totalt

Däckslitage, kr/mil:

Förslag (mina uppgifter):

4.0-5.0 kr/mil (Uppskattad livslängd/däck = 20 000 mil. Kostnad/däck: 4000 kr-5000 kr.
Exempel: 20 000/5000 = 4.0 kr/mil

Annat (era uppgifter):

Däckslitage, kr/mil:

* 2.7 Arbetsmiljö, CTI

Förarkomfort med CTI:

Medel 3-4 för en ny bil

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kommentar:

* 2.8 Arbetsmiljö, CTI

Köregenskaper med CTI:

Medel 3-4 för en ny bil

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kommentar:

Bilaga 1

* 2.9 Arbetsmiljö

Förarkomfort och köregenskaper

Vad har förbättrats med CTI?

	Ja	Nej
- Mindre vibrationer (Kommentera gärna nedan!)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Mindre slitage på bilen (Kommentera gärna nedan!)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Mindre slitage på föraren (Kommentera gärna nedan!)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Bättre väggrepp (Kommentera gärna nedan!)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Bättre dragkraft (Kommentera gärna nedan!)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Bättre stabilitet vid lastning/lossning (Kommentera gärna nedan!)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kommentarer:

* 2.10 Tidsåtgång vid däcktrycksändringar

Uppfattas tidsåtgången mellan de olika däcktrycksändringarna som ett problem?

Ja

Nej

Ev. kommentar:

* 2.11 Vägunderhåll

Behövs det mindre vägunderhåll på vägarna efter ni fick CTI monterat på bilen?

Ja

Nej

Vet ej

Ev kommentar:

* 2.12 Vägunderhåll

Kan ni göra en grov uppskattning om hur mycket den totala vägunderhållskostnaden blir per år och bil?

Vägunderhållskostnad/år - CTI-bilen:

Vägunderhållskostnad/år – före CTI:

Bilaga 1

Del 3: Virkesflöde/Transportorganisation

Denna del kommer att användas som underlag för att få en uppfattning om hur CTI-bilarna utnyttjas i transportorganisationen.

OBS! Ange gärna egna siffror och lämna kommentarer där det ges möjlighet. Det gör studien mer anpassad för era förhållanden och förutsättningar.

*** 3.1 Transportledning**

Har ni märkt att det finns någon speciell styrning av era transporter efter ni fick CTI-systemet monterat på bilen? Tex. till kritiska trakter.

Ja

Nej

Vet ej

Kommentar:

*** 3.2 Transportorganisation**

Hur skulle ni vilja se att CTI-bilarna nyttjades i transportorganisationen för att optimera deras användning?

Kommentar:

**Tack för att ni har tagit er tid att fylla i enkäten!
Enkäten skickas tillbaka i det bifogade kuvertet.**

Bilaga 2

Enkät: Kranbil

Examensarbete: Utvärdering av CTI i lastbilar

(CTI-projekt Holmen Skog/Örnfrakt/SLU 2005-2006)

Hej!

Jag heter Martin Åkerlund och är alldeles i slutfasen av min utbildning till Jägmästare på Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå. För tillfället skriver jag mitt examensarbete som syftar till att utvärdera en CTI-utrustad lastbil, Strandbergs Åkeri i Örnsköldsvik.

Förhoppningsvis har Stig-Björn Hallin på Örnfrakt kontaktat er och berättat om en enkät som jag skulle vilja att ni svarade på. Era svar kommer sedan att ligga som grund i en lastbils kalkyl där CTI-bilen jämförs med en vanlig kranbil för att beräkna den ekonomiska nyttan. Era svar representerar kranbilen.

OBS! Enkäten finns också tillgänglig på: <http://enkater.slu.se/svara.cfm?sv=215-121012>

Glad för svar!

Med vänliga hälsningar

Martin Åkerlund

Syfte

I Jägmästarprogrammet ingår ett enskilt examensarbete på 20 poäng där studenten får visa sin förmåga att, med stöd av en handledare och en examinator vid någon av skogsvetenskapliga fakultetens institutioner, tillämpa sina kunskaper och självständigt behandla och redovisa en uppgift.

Huvudsyftet med mitt examensarbete är att utvärdera ett fältförsök med en CTI (Central Tire Inflation)-utrustad lastbil samt att utreda om CTI-tekniken är ekonomiskt försvarbar med dom förutsättningar som rådde under tjällossningen 2005.

Enkäten innehåller två delar:

- Analysdel
- CTI-del

Resultatet av enkäten kommer att användas i mitt examensarbete.

Ansvarig utgivare

Martin Åkerlund

Tel: 073-9305316, 090-772103

Bilaga 2

Del 1: Analysdel

Denna del kommer att användas för att utreda om CTI-tekniken är ekonomiskt försvarbar med dom förutsättningar som rådde under tjällossningen 2005. Resultatet av den här delen kommer att ligga som grund i en lastbils kalkyl där CTI-bilen jämförs med en vanlig kranbil för att beräkna den ekonomiska nyttan. Era svar representerar kranbilen.

OBS! Ange gärna egna siffror och lämna kommentarer där det ges möjlighet. Det gör studien mer anpassad för aktuella förhållanden och förutsättningar.

*** 1.1 Utnyttjad tid, h/år**

Utnyttjad tid, h/år:

Förslag (mina uppgifter):

3 800 h/år (3600 h + 200 h övertid, 2-skift, 220 dgr/år)

Annat (era uppgifter):

Utnyttjad tid, h/år:

*** 1.2 Teknisk utnyttjandegrad**

Beräknat bortfall, h/år

Förslag (mina uppgifter):

Reparationstid: 40 h/år

Bortfall pga förfall: 160 h/år

Annat (era uppgifter):

Reparationstid:

Bortfall pga förfall:

Övrig tid:

*** 1.3 Körsträcka, mil**

Årlig körsträcka:

Förslag (mina uppgifter):

15 000 mil (enl. uppgift från Svenska Åkerförbundet + egen uppskattning. Vid normala medeltransport avstånd = ca 10 mil)

Annat (era uppgifter):

Årlig körsträcka:

*** 1.4 Körsträcka, mil**

Körsträcka kvartal 2 (april, maj och juni):

Förslag (mina uppgifter):

4 500 mil (enl. uppgift från Skogsåakarna + egen uppskattning. Vid normala medeltransport avstånd = ca 10 mil)

Annat (era uppgifter):

Körsträcka kvartal 2:

Bilaga 2

* 1.5 Investeringskostnad

Grundinvestering exkl. däck:

Förslag (mina uppgifter):

Chassi, komplett: 1 500 000 kr

Släpvagn: 600 000 kr

Kran: 450 000 kr

Annat (era uppgifter):

Chassi, komplett:

Släpvagn:

Kran:

* 1.6 Amorteringstid, år

Förslag (mina uppgifter):

Chassi, komplett: 6,5 år

Släpvagn: 10 år

Kran: 8 år

Annat (era uppgifter):

Chassi, komplett:

Släpvagn:

Kran:

* 1.7 Investeringskostnad

Däckkostnad, kr:

Förslag (mina uppgifter):

Chassi, komplett: 40 000 kr

Släpvagn: 45 000 kr

Annat (era uppgifter):

Chassi, komplett:

Släpvagn:

* 1.8 Reparationskostnader inkl. service, år

Förslag (mina uppgifter):

200 000 kr

Annat (era uppgifter):

Reparationskostnader inkl. service, år

Bilaga 2

* 2.11 Vägunderhåll

Kan ni göra en grov uppskattning om hur mycket den totala vägunderhållskostnaden blir per år och bil?

Vägunderhållskostnad/år:

Del 2: CTI-del

Denna del kommer att användas som underlag för att få en uppfattning om hur åkerier ställer sig till CTI.

* 2.1 Investering, CTI

Skulle ni kunna tänka er att investera i CTI?

- Ja, utan ekonomisk kompensation
- Ja, med ekonomisk kompensation, tex. ett extra CTI-tillägg
- Nej

* 2.1 Investering, CTI

Om intresset finns att investera i CTI, vad är då den främsta anledningen till detta?

Rangordna dessa från 1-5

Högre utnyttjande

Bättre framkomlighet

Bättre väggrepp/dragkraft

Mindre slitage på föraren

Mindre slitage på bilen

Annat:

* 2.1 Investering, CTI

Vad är den främsta anledningen till att inte investera i CTI?

Kommentar:

**Tack för att ni har tagit er tid att fylla i enkäten!
Enkäten skickas tillbaka i det bifogade kuvertet.**

Bilaga 3

Typkalkyl Kranbil – vid 2-skift

Förutsättningar

Rundvirkesbil

Investeringen	Anskaffningskostnad, kr	Livslängd
Treaxlig timmerbil med timmerbankar och kranavställare	1 600 000	6,5 år
Fyraxligt timmersläp	650 000	8 år
Skogskran	450 000	8 år
Avgår däck ¹	- 87 000	
Summa:		
Restvärde, %		15 %
Ränta, %		4,19 %

Användning	
Utnyttjad tid, h/år	3 900
Utnyttjandegrad, %	97 %
Grundtid, h/år	3 783
Årlig körsträcka, mil	20 000

Drivmedel	
Förbrukning liter per mil ²	4,94
Pris per liter	7,88

Övriga fasta kostnader per år	kr/år
Fordonsskatt inkl. vägavgift ³	36 649
Försäkringar ³	50 000
Löner totalt, inkl. sociala avgifter ³	862 056
Övriga fasta kostnader, telefon, radio, garage	75 000

Rörliga kostnader	kr/mil
Däckslitage	5,08
Reparationskostnader inkl. service	12
Vägunderhållskostnader pga. sönderkörning	1,93

¹Specifikation däckkostnad

	Typ 1 Framaxel	Typ 2 Axel 2	Typ 3 Axel 3	Typ 4 Släp
Antal däck	2	4	4	16
Pris per styck	4300	4000	4000	2900
Livslängd	16 000	12 000	18 000	20 000
Kr däck/mil	0,27	0,33	0,22	0,15
Kr/mil	0,54	1,33	0,89	2,32
Däckkostnad totalt				5,08 kr/mil

²Specifikation av drivmedelskostnad (Löfroth mfl. 2005)

Drivmedelsförbrukning	Andel av tiden	Förbrukning
Bil och släp med last	52 %	6,00
Bil och släp, tom	48 %	3,80
	100 %	4,94

³Enligt uppgift från Holmen Skogs lastbils kalkyl

Specifikation av vägunderhållskostnader

	Milj.kr/år	Volym, m ³ /år
Björna distrikt	1,6	316 000
Bredbyn distrikt	1,5	302 000
Vägunderhållskostnad totalt	3,1	618 000
Kostnad pga. sönderkörning (20 %)	0,62	
Kostnad per m ³ f		1,0
Inkörd volym per transportör (16st)		38 625
Vägunderhållskostnad/transportör		38 625 kr/år
		1,93 kr/mil

Kalkyl

	Utan vägunderhållskostnad		Med vägunderhållskostnad	
	kr/år	kr/mil	kr/år	kr/mil
Fasta kostnader				
Amortering	315 867	15,79	315 867	15,79
Ränta	67 146	3,36	67 146	3,36
Försäkringar	50 000	2,50	50 000	2,50
Fordonsskatt inkl. vägavgift	36 649	1,83	36 649	1,83
Löner totalt, inkl. sociala avgifter	862 056	43,10	862 056	43,10
Övriga fasta kostnader	75 000	3,75	75 000	3,75
Totalt fasta kostnader	1 406 718	70,34	1 406 718	70,34
Rörliga kostnader				
Drivmedel	779 334	38,97	779 334	38,97
Däckslitage	101 600	5,08	101 600	5,08
Reparationskostnader inkl. service	240 000	12	240 000	12
Vägunderhållskostnader pga. sönderkörning			38 625	1,93
Totalt rörliga kostnader	1 120 934	56,05	1 159 559	57,98
Kostnad per år				
Fasta kostnader	1 406 718	70,34	1 406 718	70,34
Rörliga kostnader	1 120 934	56,05	1 159 559	57,98
Totalt kr	2 527 652	126,38	2 566 277	128,31
Totalt per tim	668		678	

Bilaga 3

Typkalkyl CTI-bil – vid 2-skift

Förutsättningar

CTI-bil

Investeringen	Anskaffningskostnad, kr	Livslängd
Treaxlig timmerbil med timmerbankar och kranavställare	1 600 000	8 år
Fyraxligt timmersläp	650 000	10 år
Skogskran	450 000	8 år
CTI-system ¹	154 000	6 år
Avgår däck	- 87 000	
Summa:		
Restvärde, %		15 %
Ränta, %		4,19 %

Användning	
Utnyttjad tid, h/år	3 900
Utnyttjandegrad, %	98,42 %
Grundtid, h/år	3 838
Årlig körsträcka, mil	20 000

Drivmedel	
Förbrukning liter per mil ²	4,94
Pris per liter	7,88

Övriga fasta kostnader per år	kr/år
Fordonsskatt inkl. vägavgift ³	36 649
Försäkringar ³	50 000
Löner totalt, inkl. sociala avgifter ³	862 056
Övriga fasta kostnader, telefon, radio, garage	75 000

Rörliga kostnader	kr/mil
Däckslitage ¹	4,78
Reparationskostnader inkl. service	10
Reparationskostnader inkl. service, CTI	0,5

Kalkyl

Fasta kostnader	Förutsättningar som kranbilen		Förutsättningar enligt ovan	
	kr/år	kr/mil	kr/år	kr/mil
Amortering	315 867	15,79	264 805	13,24
Amortering, CTI	21 817	1,09	21 817	1,09
Ränta	67 146	3,36	67 146	3,36
Försäkringar	50 000	2,50	50 000	2,50
Fordonsskatt inkl. vägavgift	36 649	1,83	36 649	1,83
Löner totalt, inkl. sociala avgifter	862 056	43,10	862 056	43,10
Övriga fasta kostnader	75 000	3,75	75 000	3,75
Totalt fasta kostnader	1 428 534	71,43	1 377 473	68,87

Rörliga kostnader	kr/år	kr/mil	kr/år	kr/mil
Drivmedel	779 334	38,97	779 334	38,97
Däckslitage	101 600	5,08	95 600	4,78
Reparationskostnader inkl. service	240 000	12,00	200 000	10,00
Reparationskostnader inkl. service, CTI	10 000	0,50	10 000	0,50
Vägunderhållskostnader				
Totalt rörliga kostnader	1 130 934	56,55	1 084 934	54,25

Kostnad per år	kr/år	kr/mil	kr/år	kr/mil
Fasta kostnader	1 428 534	71,43	1 377 473	68,87
Rörliga kostnader	1 130 934	56,55	1 084 934	54,25
Totalt kr	2 559 469	128	2 462 407	123
Totalt per tim	677		642	
Jämförelse med kranbilen % (Utan vägunderhållskostnader)	+ 1,26 %		- 3,99 %	
Jämförelse med kranbilen % (Med vägunderhållskostnader)			- 5,43 %	

¹Specifikation däckkostnad

	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
	Framaxel	Axel 2	Axel 3	Släp
Antal däck	2	4	4	16
Pris per styck	4300	4000	4000	2900
Livslängd	16 000	15 500	18 000	20 000
Summa däckkostnad				87 000
Kr däck/mil	0,27	0,26	0,22	0,15
Kr/mil	0,54	1,03	0,89	2,32
Däckkostnad totalt				4,78 kr/mil

²Specifikation av drivmedelskostnad (Löfroth mfl. 2005)

Drivmedelsförbrukning	Andel av tiden	Förbrukning
Bil och släp med last	52 %	6,00
Bil och släp, tom	48 %	3,80
	100 %	4,94

³Enligt uppgift från Holmen Skogs lastbils kalkyl

Förutsättningar som kranbilen + CTI-investeringen

Förutsättningar enligt ovan

Bilaga 3

Typkalkyl CTI-bil – vid 2-skift

Känslighetsanalys

	Amorteringstid, år		Väghållningskostnad pga. sönderkörning	
	-10 %	+ 10 %	-10 %	+ 10 %
Fasta kostnader	kr/år	kr/år	kr/år	kr/år
Amortering	288 915	245 078	264 805	264 805
Amortering, CTI	21 817	21 817	21 817	21 817
Ränta	67 146	67 146	67 146	67 146
Försäkringar	50 000	50 000	50 000	50 000
Fordonsskatt inkl. vägavgift	36 649	36 649	36 649	36 649
Löner totalt, inkl. sociala avgifter	862 056	862 056	862 056	862 056
Övriga fasta kostnader	75 000	75 000	75 000	75 000
Totalt fasta kostnader	1 401 583	1 357 746	1 377 473	1 377 473
Rörliga kostnader	kr/år		kr/år	
Drivmedel	779 334	779 334	779 334	779 334
Däckslitage	101 600	101 600	101 600	101 600
Reparationskostnader inkl. service	200 000	200 000	200 000	200 000
Reparationskostnader inkl. service, CTI	10 000	10 000	10 000	10 000
Väghållningskostnader			- 19 312,5	- 58 125
Totalt rörliga kostnader	1 084 934	1 084 934	1 065 622	1 026 809
Kostnad per år	kr/år		kr/år	
Fasta kostnader	1 401 583	1 357 746	1 377 473	1 377 473
Rörliga kostnader	1 084 934	1 084 934	1 065 622	1 026 809
Totalt kr	2 486 517	2 442 680	2 443 095	2 404 282
Totalt per tim	648	636	636	626
Jämförelse med kranbilen %	- 3,05 %	- 4,76 %	- 4,74	- 6,25

Bilaga 4

Besparingskalkyl BK2 2004

Medeltransportstatistik

Befraktare

03131-11113 Björna
03131-11115 Bredbyn

Volym (m ³ f)	BK1			TP-arbete (m ³ f*km)	Volym (m ³ f)	BK2		
	(Orginal) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)	TP-arbete (m ³ f*km)			(Orginal) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)	TP-arbete (m ³ f*km)
3 564,52	96,00	0,55	342 193,92	63,46	90,00	0,21	5 711,40	
47 135,93	62,00	4,73	2 922 427,66	1 467,52	63,00	3,35	92 453,76	
21 992,88	57,00	2,03	1 253 594,16	1 103,52	63,00	2,52	69 521,76	
271,02	61,00	0,03	16 532,22	37,45	68,00	0,09	2546,60	
45 851,60	64,00	4,75	2 934 502,40	4 556,38	76,00	12,54	34 6284,88	
19 483,30	46,00	1,45	896 231,80	8,40	58,00	0,02	487,20	
1 694,35	50,00	0,14	84 717,50	10,11	75,00	0,03	758,25	
3 879,21	73,00	0,46	283 182,33	80,22	80,00	0,23	6417,60	
23 201,20	147,00	5,53	3 410 576,40	1 858,51	135,00	9,09	250 898,85	
42 234,30	56,00	3,83	2 365 120,80	149,18	61,00	0,33	9099,98	
44 416,06	69,00	4,97	3 064 708,14	5 028,38	70,00	12,75	351 986,60	
49 506,95	146,00	11,71	7 228 014,70	3 360,17	162,00	19,72	544 347,54	
41 135,08	97,00	6,46	3 990 102,76	359,48	90,00	1,17	32 353,20	
27 104,57	86,00	3,78	2 330 993,02	872,71	86,00	2,72	75 053,06	
592,84	57,00	0,05	33 791,88	51,48	70,00	0,13	3 603,60	
76,77	50,00	0,01	3 838,50	4,79	70,00	0,01	335,30	
55 347,40	70,00	6,28	3 874 318,00	2 013,48	68,00	4,96	136 916,64	
19 958,81	67,00	2,17	1 337 240,27	312,66	74,00	0,84	23 136,84	
5 131,17	66,00	0,55	338 657,22	545,57	73,00	1,44	39 826,61	
19 523,27	31,00	0,98	605 221,37	972,10	29,00	1,02	28 190,90	
49 947,59	68,00	5,50	3 396 436,12	1 033,70	44,00	1,65	45 482,80	
368,02	181,00	0,11	66 611,62	37,53	150,00	0,20	5629,50	
69 011,65	121,00	13,53	8 350 409,65	1 607,40	144,00	8,38	231 465,60	
25 799,06	61,00	2,55	1 573 742,66	2 075,84	35,00	2,63	72 654,40	
Summa:	617 227,55	82,15	50 703 165,10	27 610,04	86,03	2 375 162,87		
Summa: 75%				20 707,53		1 781 372,15		

Kalkyl

Grundkurva BK1: $Y = A * (17 + 0,5 * X)$
Grundkurva BK2: $Y = A * (19,9 + 0,58 * X)$

TP-kostnad BK1, $Y = 35,8$ milj. Kr
TP-kostnad BK2, $Y = 1,9$ milj. Kr

Y = Transporkostnad, kr/m³fub
X = Enkelt transportavstånd, km
A = Virkets volymvikt, kg/dm³, omräkningsfaktor = 1,000

Kostnads- = $\left(\frac{\text{Besparing vid lastökning från BK2 (51 ton) till BK1 (62 ton)} * 0,75}{(\text{BK1 TP-kostnad} + \text{BK2 TP-kostnad})} \right) * 100$
besparing (%)

Kostnadsbesparing (%) = **0,54 %**

Bilaga 4

Besparingskalkyl BK1 och BK2 2005

Medeltransportstatistik

Befraktare

03131-11113 Björna
03131-11115 Bredbyn

Volym (m ³)	BK1			TP-arbete (m ³ *km)	Volym (m ³)	BK2		
	(Orginal) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)				(Orginal) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)	
74 599,27	137,00	16,79	10 220 099,99	3301,81	138	19,21	455649,78	
98 694,11	67,00	10,86	6 612 505,37	2601,26	49	5,37	127461,74	
114 207,08	58,00	10,88	6 624 010,64	6352,2	39	10,44	247735,80	
22 989,73	58,00	2,19	1 333 404,34	931,76	46	1,81	42860,96	
407,27	38,00	0,03	15 476,26	11,44	61	0,03	697,84	
66 008,32	121,00	13,12	7 987 006,72	1339,17	96	5,42	128560,32	
94 189,85	58,00	8,97	5 463 011,30	4178,46	30	5,28	125353,80	
787,41	54,00	0,07	42 520,14	108,96	16	0,07	1743,36	
249,58	78,00	0,03	19 467,24	28,22	98	0,12	2765,56	
88,77	20,00	0,00	1 775,40	85,92	19	0,07	1632,48	
152,95	55,00	0,01	8 412,25	13,27	13	0,01	172,51	
104 066,36	72,00	12,31	7 492 777,92	3169,43	34	4,54	107760,62	
27 205,14	89,00	3,98	2 421 257,46	1289,13	86	4,67	110865,18	
2 698,95	72,00	0,32	194 324,40	101,41	92	0,39	9329,72	
323,09	54,00	0,03	17 446,86	68,71	19	0,06	1305,49	
21,81	21,00	0,00	458,01	21,81	21	0,02	458,01	
196,21	36,00	0,01	7 063,56	85,63	16	0,06	1370,08	
1 988,63	63,00	0,21	125 283,69	35,66	26	0,04	927,16	
Summa:	608 874,53	79,80	48 586 301,55	23 724,25		57,61	1 366 650,41	
Summa: 75%				17 793,19			1 024 987,81	

Kalkyl

Grundkurva BK1: $Y = A * (17 + 0,5 * X)$
Grundkurva BK2: $Y = A * (19,9 + 0,58 * X)$

TP-kostnad BK1, $Y = 34,6$ milj. Kr
TP-kostnad BK2, $Y = 1,3$ milj. Kr

Y = Transportkostnad, kr/m³fub
X = Enkelt transportavstånd, km
A = Virkets volymvikt, kg/dm³, omräkningsfaktor = 1,000

Kostnadsbesparing (%) = $\left(\frac{(\text{Besparing vid lastökning från BK2 (51 ton) till BK1 (62 ton)} * 0,75)}{(\text{BK1 TP-kostnad} + \text{BK2 TP-kostnad})} \right) * 100$

Kostnadsbesparing (%) = **0,37 %**

Bilaga 5

Transportarbete – Relativ skillnad i utnyttjande 2005 Medeltransportstatistik (OBS, alla enskilda data ej redovisade)

Transportör	31141 (CTI-bilen)				31140 (Åkeriets andra bil)			
	Volym (m ³ f)	(Original) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)	TP-arbete (m ³ *km)	Volym (m ³ f)	(Original) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)	TP-arbete (m ³ *km)
	12 237,27	143,76	30,25	1 759 229,94	7 700,70	149,20	23,21	1 148 944,44
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	153,87	67,95	0,18	10 455,47	284,81	73,69	0,42	20 987,65
Summa:	58 149,81		77,77	4 522 316,32	49 495,83		83,92	4 153 671,39

Transportör	Medelbilen			
	Volym (m ³ f)	(Original) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)	TP-arbete (m ³ *km)
	3 759,05	112,28	0,72	422 066,13
	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----
	2 592,65	99,29	0,44	257 424,22
Summa:	36 456,85		79,91	2 913 342,24

Jämförelsekalkyl

$$\text{Relativ skillnad i utnyttjande (\%)} = \left(\left(\frac{\text{CTI-bilens TA (vid X medeltransportavstånd)}}{31140 \text{ TA (vid X medeltransportavstånd)}} \right) - 1 \right) * 100$$

(jämfört med 31140)

Relativ skillnad i utnyttjande (%) = 8,88 %

$$\text{Relativ skillnad i utnyttjande (\%)} = \left(\left(\frac{\text{CTI-bilens TA (vid X medeltransportavstånd)}}{\text{Medelbilens TA (vid X medeltransportavstånd)}} \right) - 1 \right) * 100$$

(jämfört med medelbilen)

Relativ skillnad i utnyttjande (%) = 55,23 %

Transportarbete – Relativ skillnad i utnyttjande vecka 14-25 Medeltransportstatistik (OBS, alla enskilda data ej redovisade)

Transportör	31141 (CTI-bilen)				31140 (Åkeriets andra bil)			
	Volym (m ³ f)	(Original) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)	TP-arbete (m ³ *km)	Volym (m ³ f)	(Original) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)	TP-arbete (m ³ *km)
	4 944,66	124,71	40,25	616 648,55	2 888,11	147,12	41,64	424 898,74
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	85,54	49,18	0,27	4 206,86	110,83	61,36	0,67	6 800,53
Summa:	15 322,31		77,53	1 187 906,62	10 205,09		92,50	943 958,60

Transportör	Medelbilen > 4000 m ³ f			
	Volym (m ³ f)	(Original) TP-avstånd (km)	(Volymvägd) TP-avstånd (km)	TP-arbete (m ³ *km)
	1 601,07	139,92	1,81	224 021,71
	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----
	-----	-----	-----	-----
	2 888,11	147,12	3,43	424 898,74
Summa:	8 249,39		82,8625	683 564,57

Jämförelsekalkyl

$$\text{Relativ skillnad i utnyttjande (\%)} = \left(\left(\frac{\text{CTI-bilens TA (vid X medeltransportavstånd)}}{31140 \text{ TA (vid X medeltransportavstånd)}} \right) - 1 \right) * 100$$

(jämfört med 31140)

Relativ skillnad i utnyttjande (%) = 25,84 %

$$\text{Relativ skillnad i utnyttjande (\%)} = \left(\left(\frac{\text{CTI-bilens TA (vid X medeltransportavstånd)}}{\text{Medelbilens TA (vid X medeltransportavstånd)}} \right) - 1 \right) * 100$$

(jämfört med medelbilen)

Relativ skillnad i utnyttjande (%) = 73,78 %

För den som är intresserad att ta del av utgivna publikationer i serien "Studentrapporter" (1997-) från avd. för skogsteknologi, inst. för skogsskötsel, i Umeå kan en publikationsförteckning rekvireras med hjälp av nedanstående talong.

For those interested in publications in the series "Students' Reports" (1997-) from the section of Forest Technology, Department of Silviculture in Umeå, there is a list of publications available, which can be ordered using the form below.



Härmed rekvireras ett exemplar av fakultetens publikationsförteckning "Studentrapporter".

Please, send me a copy of the list of publications "Students' Reports" from the section of Forest Technology

Namn:.....

Name:

Adress:.....

Address:

Sänds till: Inga-Lis Johansson

Mail to: SLU

Avd f skogsteknologi

SE-901 83 UMEÅ

Sweden

Distribution:

SLU
Avd f skogsteknologi
901 83 UMEÅ

*Swedish University of Agricultural Sciences
Section of Forest Technology
SE-901 83 UMEÅ, Sweden*
