

REDOGÖRELSE

CTI på virkesfordon

CTI ON ROUNDWOOD HAULAGE VEHICLES

Paul Granlund

Innehåll

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Innehåll | 2 |
| Förord | 3 |
| Sammanfattning | 4 |
| Bakgrund | 6 |
| Syfte och mål | 7 |
| Organisation och genomförande | 7 |
| CTI-systems teknik | 8 |
| Leverantörer av CTI-system | 8 |
| Val av system för projektet | 9 |
| Trycksättningar | 10 |
| Resultat | 11 |
| Vägar | 11 |
| Fordon | 13 |
| Användning av CTI-systemen | 16 |
| Diskussion | 19 |
| Vägar | 19 |
| Studier inom projektet | 19 |
| Fordon | 20 |
| Samarbetsformer | 22 |
| Slutsatser | 23 |
| Litteratur | 24 |
| Bilaga 1–5 | 25 |

Contents

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Contents | 2 |
| Foreword | 3 |
| Summary | 4 |
| Background | 6 |
| Aims and objectives | 7 |
| Organization and implementation | 7 |
| CTI system technology | 8 |
| CTI-system suppliers | 8 |
| Choice of systems for project | 9 |
| Pressure settings | 10 |
| Results | 11 |
| Roads | 11 |
| Vehicles | 13 |
| Using the CTI system | 16 |
| Discussion | 19 |
| Roads | 19 |
| Project studies | 19 |
| Vehicles | 20 |
| Forms of collaboration | 22 |
| Conclusions | 23 |
| Literature cited | 24 |
| Appendices: 1–5 | 25 |

Förord

När Skogforsk för mer än tio år sedan började studera tekniken för variabelt ringtryck på virkesfordon (CTI, Central Tire Inflation) konstaterade vi snart att detta kunde vara en mycket användbar teknik också för svenska förhållanden.

Vägen från FoU-resultat till praktisk tillämpning är dock inte alltid så rak som man skulle kunna tro. En hel del osäkerhet återstod och implementeringen kom inte till stånd. Grundtanken bakom det här projektet har därför varit att involvera alla intressenter i projektarbetet, d.v.s. transportköpare, transportörer, tillverkare av fordon och utrustning, Vägverket, övriga vägintressenter och forskare, från den första planeringen till genomförande och analys.

Arbetet har inneburit en omfattande driftsuppföljning, med insamling av olika uppgifter under ca 5 miljoner km körning, samt dessutom olika specialstudier för att belysa specifika frågeställningar. Med utgångspunkt i detta har projektets intressenter kommit fram till att man för svenskt skogsbruk nu kan rekommendera CTI på virkesfordon, för att underlätta transporter och samtidigt öka virkets tillgänglighet.

Resultaten från projektet innebär att Vägverket kommer att erbjuda nya villkor för fordon utrustade med CTI, t.ex. kan det bli aktuellt att tillåta 60 tons bruttovikt på vägar

som annars varit begränsade till 52 eller 38 ton p.g.a. svag bärighet och/eller ytbeläggning. Vägverket kommer även under vissa förutsättningar att tillåta CTI-fordon med 60 tons bruttovikt på vägar som hittills varit avstängda under tjällossningen.

Konsekvensen av detta torde bli ett genombrott för CTI-tekniken på svenska vägar, framförallt i mellersta och norra Sverige. Projektet utgör därmed ett bra exempel på hur ett arbete kan läggas upp, då målet är att pröva om forskningsresultat eller ny teknik kan omsättas i praktisk tillämpning. Vi tror därför att detta "branschprojekt" kan tjäna som förebild för andra, kommande tillämpningsprojekt.

Skogforsks medverkan har möjliggjorts genom finansiering från Skogforsks ramprogram, skogsföretagen i projektet och Vägverket. Till alla som bidragit med sitt personliga engagemang, sin tid och med nödvändiga ekonomiska resurser för projektets genomförande vill vi framföra ett varmt tack.

Uppsala i augusti 2006

Paul Granlund, Lennart Rådström & Magnus Thor

Sammanfattning

CTI – Central Tyre Inflation är ett system för att under färd kunna variera ett fordonets däcktryck. Med minskat däcktryck får man en ökad kontaktyta mellan däck och väg och därmed minskat marktryck. Det ger också en möjlighet att på bärighetsnedsatta vägar öka lastvikten.

Det lägre marktrycket ger en påtagligt mindre påkänning i väggroppen (<200 mm). Längre ner i väggroppen reduceras påkänningarna endast marginellt.

Med CTI minskar bränsleförbrukningen per transporterad kubimeter rundvirke under förutsättning att fordonet kan köras fullastat på bärighetsnedsatta vägar. För avgasemissionen blir effekten den samma. Fullt utnyttjat kan detta innebära en minskning från 100 till 50 µg NO_x per tonkm. Visserligen ökar bränsleförbrukningen (l/km) marginellt vid lägre lufttryck,

men detta har en försumbar (<1 %) inverkan.

Förarkomforten förbättras med CTI genom att vibrationsnivån sjunker. Detta förklaras av att däckets inbyggda dämpning kan utnyttjas även när bilen är olastad. Vibrationerna minskade med ca 8 % för en hel vända.

Kostnaden för ett CTI-system inklusive montering på rundvirkesfordon var 150–220 kkr. Reparationskostnader var 0,14 kr/km (0,01–0,58 kr/km). Tekniska utnyttjandegraden av CTI-systemet var i genomsnitt 95,5 %.

Samlade erfarenheter från studier i Nordamerika och Sverige samt de praktiska lärdomarna från projektet visar att CTI är en teknik som kommer att ge en ökad tillgänglighet på både det allmänna och det privatägda vägnätet. Ett ökat utnyttjande av CTI kan underlätta åtkomst av virke under tjällossning samt minska kostnaderna

för transporter på bärighetsnedsatta vägar. Projektresultaten pekar entydigt på att CTI kan implementeras i stor skala.

Skogforsk har samverkat med ett antal skogsföretag, transportföretag, fordonstillverkare, Vägverket och andra organisationer i ett treårigt implementeringsprojekt av CTI. Tolv virkesfordon utrustades med CTI-system och följdes upp beträffande kostnader och funktionalitet. Därutöver genomfördes riktade studier och analyser av påverkan på väggroppen, bränsleförbrukning, vibrationer och miljöpåverkan. Målsättningen var att samla tillräckligt beslutsunderlag för att eventuellt implementera CTI i större skala.

De huvudsakliga för- och nackdelar som framkommit i projektet finns listade under kapitel *Slutsatser*.

Summary

Central Tyre Inflation (CTI) is a system that enables tyre pressures to be varied whilst the vehicle is under way. Reducing the tyre pressures results in a greater contact area between the tyre and the road – thus reducing the ground pressure. CTI also makes it possible for roundwood haulage rigs to carry a greater payload than would otherwise be possible on roads having a low bearing capacity.

The reduced ground pressure results in much lower stress in the road structure (< 200 mm). At a greater depth, there is only a marginal reduction in stress.

CTI produces a reduction in fuel consumption (per cubic metre of timber carried), provided that the haulage rig can operate with a full load on roads having a low bearing capacity. The situation is much the same as regards exhaust emissions: provided that the vehicle operates with a full payload, emissions can be reduced from 100 to 50 µg of NO_x per ton-km. Admittedly, there is a marginal increase in fuel consumption (litres/km) when tyre pressures are reduced, but the effect is negligible, being lower than 1%.

CTI also benefits operator comfort, as vibration levels are lower. That is because the integral damping in the tyres can be utilized even when the vehicle is unladen. For a round trip, the study recorded an approximate 8% reduction in vibration.

The cost of a complete CTI installation on a roundwood haulage rig amounted to us\$20,700–30,400. Average repair costs were 2 cents/km (ranging from zero to 8 cents/km). The average degree of technical utilization (operational availability) was 95.5%. The accumulated knowledge from

Tabell 1. Pros & cons of the CTI system

| Advantages | Disadvantages |
|---|--|
| Reduced stockpiling costs | Additional investment cost |
| Reduced road-maintenance costs | Increased GVW (100–120 kg) |
| Reduced road-construction costs | Increased level of technology – can influence level of utilization |
| Reduction in operator exposure to vibration | Shorter life of rims |
| Reduction in vibration saves money on vehicle maintenance | |
| Integrated puncture alarms | |
| Risk of overheated tyres eliminated | |
| Tyre pressures always correct | |
| Extended life of tyres on driven axles | |
| Increased tractive effort | |
| Improved hill-climbing ability | |
| Improved passability on weak roads | |

studies in North America and Sweden, together with the practical findings of the current project, indicates that CTI technology will help to increase access on both public and private-road networks. Increased use of CTI can facilitate access to timber during the spring thaw, and reduce haulage costs on roads with reduced passability. The project findings clearly demonstrate that CTI can be introduced on a wide scale.

Skogforsk has collaborated on a three-year, CTI-implementation project with a number of industrial forest enterprises, haulage companies, commercial vehicle manufacturers, the Swedish Roads Administration, and others. Twelve roundwood haulage vehicles were equipped with CTI,

and the costs and functionality of the system were monitored. In addition, special studies and analyses were made of the effects on the road structure, fuel consumption, vibration, and the environment. The aim was to gather sufficient data to determine whether CTI should be implemented on a wider scale.

Bakgrund

CTI – Central Tyre Inflation är ett system för att under färd kunna variera ett fordonets däcktryck. Med minskat däcktryck får man en ökad kontaktyta mellan däck och väg och därmed minskat marktryck. Detta öppnar en möjlighet att öka tillgängligheten på allmänna och enskilda vägar. Studier av virkesfordon utrustade med CTI har visat på en rad intressanta effekter av tekniken. Främst lockar möjligheten att öka framkomligheten på mjuka underlag, t.ex. skogsvägar vid tjällossning. Svenska studier visar att besparingspotentialen ligger i intervallet 18–53 kr/ton för objekt där CTI används (Granlund m.fl., 1999), vilket även stöds av erfarenheter från Nordamerika (Greenfield 1990; Bradley 1991, 1996, 2002, 2003) och Nya Zeeland (Jones & Smith, 1991). Dessutom är även den kraftiga ökningen av dragkraften som ett minskat däcktryck ger av intresse (Granlund & Andersson, 1998). Tekniken används

i praktisk drift, framför allt i Nordamerika. Förhållandena för skogsbruket i Kanada är i stort likvärdiga med svenska förhållanden, men tjällossningarna kan vara ännu besvärligare. På vissa ställen i Alberta har man p.g.a. bristen på sten och grus att bygga vägar av, endast kunnat transporterat virke under den period som vägarna varit frusna. Detta är orsaken till att man i Kanada och USA har legat i täten när det gäller forskning om transporter på dåliga vägar.

Att hela det allmänna vägnätet skulle kunna bli tjälsäkrat inom över-skådlig framtid är inte troligt. Tjällossningar kommer även i fortsättningen att orsaka kostnader för skogsbruket. Frågetecken finns dock om hur väggroppen påverkas av hög bruttovikt i kombination med lågt lufttryck i däcken.

Vid införande av CTI-teknik behövs vidare investeringskostnaden undersökas, liksom kostnader för

reparation och underhåll. Det behövs även kunskap om CTI-systemets funktionalitet och driftsproblem.

För att kunna nyttja potentialen med CTI krävs förståelse och medverkan från väghållare. Därför är det viktigt att arbeta fram fungerande samarbetsformer mellan transportköpare, transportörer och väghållare som ger möjligheter att under vissa förutsättningar köra BK1-laster på nedklassade vägar, både under tjällossning och på andra tider under året.

För att utreda dessa frågor genomfördes ett projekt med användning av CTI i skogsbruket.

Syfte och mål

Syftena med projektet var att:

- utvärdera kostnaden för installation, tillförlitligheten av systemen, väg, fordon och däckslitage, förarmiljö och fordonsekonomi.
- i praktiken utvärdera de fördelar som forskningen tidigare visat när det gäller skonsamheten mot vägar och den ökade dragkraften.
- få kunskaper om hur enskilda skogsbilvägar, övriga enskilda vägar och

allmänna vägar påverkas och eventuellt hur dessa kan byggas i framtiden.

- finna samarbetsformer mellan transportörer och väghållare. Hur gör man nedklassade vägar tillgängliga för fullastade virkesbilar utrustade med CTI?
- få kunskaper om hur många av landets virkesbilar som bör vara utrustade med CTI, inkl. information om hur fördelningen

lokalt tillsammans med övrig lastbilsflotta inom landet kan se ut.

- utvärdera effekterna på miljö och trafiksäkerhet.

Målet var att efter tre år ha skapat ett underlag för att eventuellt implementera CTI-tekniken i större skala.

Organisation och genomförande

Det treåriga projektet kan karaktäriseras som ett implementeringsprojekt, i vilket ett flertal företag, myndig-

Tabell 2. Projektdeltagare i referens- samt arbetsgrupper.

| | Referens | Väg | Fordon | Samverkan |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Holmen | Jonas Eriksson Jan Åhlund | Jonas Eriksson Jan Åhlund | | |
| Jämtfrakt | Torbjörn Eliasson | | | |
| Korsnäs | Per Funkqvist | | | Per Funkqvist |
| Mellanskog | Anders Berggren | | | |
| Norra Skogsägarna | Nils Broman | | | |
| Norrskog | Jan-Ola Sundin | | | |
| REV (Riksförbundet Enskilda Vägar) | Bengt Allfors | | | |
| Roadscanners | | Svante Johansson | | |
| SCA | Ingemar Ljunggren | Åke Johansson | Ingemar Ljunggren | |
| Scania | Richard Södereng | | Richard Södereng Magnus Thörnqvist | |
| Skogforsk | Paul Granlund | Paul Granlund | Paul Granlund | Paul Granlund |
| Skogsindustrierna | Staffan Thonfors | | | |
| Skogsåkarna | | | | Malte Forslund |
| StoraEnso | Jörgen Olofsson | Daniel Forsberg Stefan Skytt | Anders Örtendahl | Martin Holmgren |
| STRO (Scandinavian Tire and Rim Organization) | | | Jan Eriksson | |
| Sveaskog | Gustaf Edlund | Karl-Åke Kjellberg | Per-Åke Persson | |
| Södra Skogsägarna | Olle Ankarling Jan Gustavsson | | Jan Petterson | Olle Ankarling Jan Gustavsson |
| Volvo | Kurt Johansson | | Leif Söderström | |
| Vägverket | Ulf Sjöde | Hossein Alzubaidi Jesper Elsander | Lars Carlhäll | Anders Lundqvist |

heter och organisationer medverkade. Projektorganisationen omfattade en referensgrupp och tre arbetsgrupper (Tabell 2).

Projektledare och sammankallande för samtliga grupper var Paul Grönlund, Skogforsk.

I projektet utrustades ett antal lastbilar med CTI-system enligt följande:

- Södra Sverige; Södra Skogsägarna utrustade en bil från deras eget åkeri.
- Uppland/Dalarna/Gästrikland; Stora Enso utrustade tre bilar varav två i samarbete med Mellanskog och Sveaskog. Bilarna körde för ÖSV och Skogsägarna.
- Värmland; Stora Enso utrustade två bilar som körde för VSV.
- Medelpad; SCA och Norrskog lät utrusta fyra bilar.
- Västerbotten; SCA och Norra Skogsägarna utrustade varsin bil.

Fordonen (Tabell 3) har rullat från Storuman i norr till Karlshamn i söder. Den sammanlagda körsträckan (februari 2006) för projektets bilar var 5 000 000 km. Mer utförliga data om fordonen och åkerierna finns i Bilaga 1.

Finansieringen av Skogforsks medverkan i projektet under år 1 gjordes av skogsbolagen gemensamt, resterande tid finansierades med Vägverkets FUD-medel (Forskning, Utveckling och Demonstration). Övriga organisationer har stått för sina respektive kostnader i projektet.

CTI-systemen har finansierats efter överenskommelse mellan berörda skogsbolag och åkare.

CTI-systemets teknik

Ett CTI-system består av ett flertal komponenter för distribution av luft till och från däcken. Systemet innehåller även komponenter för kontroll av trycken i däcken (Figur 1 och 2). CTI-system monterade på rundvirkesfordon är i dag framför allt vanliga i

Nordamerika där antalet fordon är ca 2 500 (Bradley A. pers. komm. 2005).

Leverantörer av CTI-system

Vid projektets start fanns totalt fem olika leverantörer av CTI-system:

Eaton Danas system har utvecklats i USA och är avsett för militärt bruk. I Sverige har systemet provats vid två tillfällen. Göransson's Åkeri i Färila testade ett system i början på 1990-talet. Något år senare testade även Ebbesons Åkeri i Strömsund ett Eaton-system i samarbete med Scania. [<http://www.roadranger.com>]

Även **CM-Automotive's** system är utvecklat i USA och är främst avsett för militärt bruk. Systemet har testats av Ebbesons Åkeri i Strömsund. [<http://www.cmautomotive.com>]

Syegon är ett system som tillverkas i Frankrike. Systemet används framför allt på två-axliga fordon t.ex. brandbilar i de sandrika markerna i sydvästra Frankrike. Systemet används också på bilar i rallyt Paris–Dakar. Några tester

Tabell 3. Fordonen i projektet.

| Åkeri | Ort | Bolag | Benämning |
|----------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| Fermgruppen i Sundsvall AB | Sundsvall | SCA | SCA 1 |
| I A Timmertransport AB | Timrå | SCA | SCA 2 |
| Södra Skogsägarna Åkeri | Karlshamn | Södra Skogsägarna | V 1 |
| Bert Olssons Åkeri AB | Heby | StoraEnso | V 2 |
| Carl-Erik Lodins Åkeri AB | Matfors | SCA | V 3 |
| Wiklanders Åkeri AB | Matfors | Norrskog | V 4 |
| Vibofrakt AB | Gräsmyr | Norra Skogsägarna | V 5 |
| Härgestams Åkeri AB | Storuman | SCA | V 6 |
| Arbrå Åkeri AB | Arbrå | StoraEnso, Sveaskog | ST 1 |
| Nyhammars Åkeri AB | Nyhammar | StoraEnso, Mellanskog | ST 2 |
| GE-CE Åkeri AB | Munkfors | StoraEnso | ST 3 |
| Bjälveruds Åkeri AB | Sunne | StoraEnso | ST 4 |

i Sverige har ännu inte gjorts. [<http://www.syegon.com/index2.htm>]

Tireboss är ett kanadensiskt system. Det är byggt för civilt bruk och tillverkas av TPC International. Systemet har sålts sedan början av 1990-talet främst i Nordamerika. Systemet hade före projektets start inte testats i Sverige. [<http://www.tirepressurecontrol.com/>]

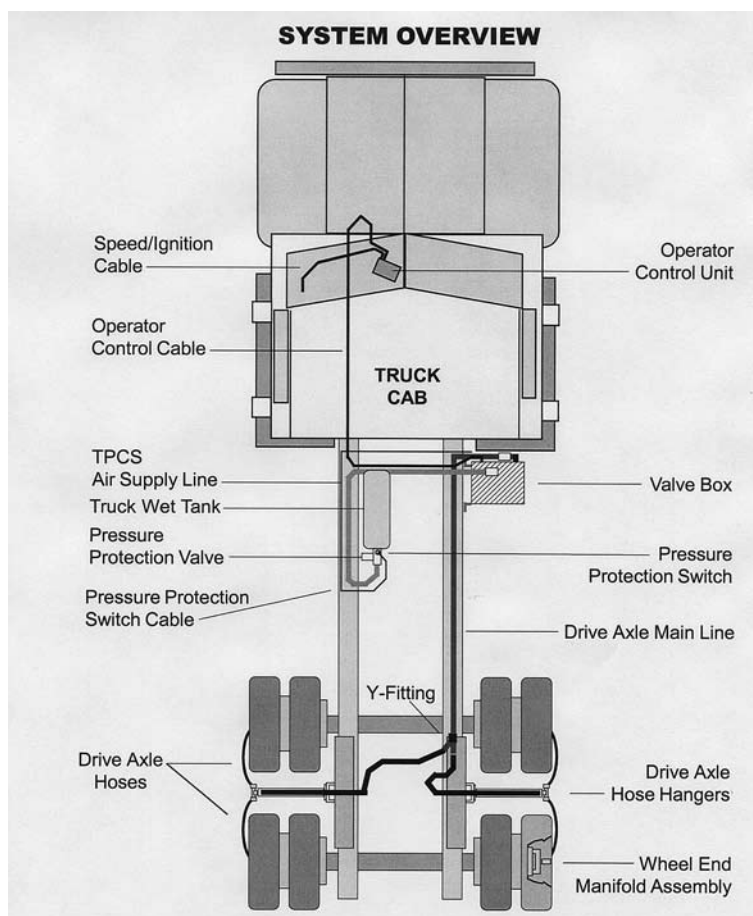
Bigfoot är ett system som kommer från Nya Zeeland och används främst på virkesbilar. Systemet har inte testats i Sverige. [<http://www.ctibigfoot.co.nz/h00731.htm>]

Val av system för projektet

När projektet startades var det meningen att flera olika system skulle

provas. Valet föll dock på ett enda system, Tireboss. Anledningen till att det i projektet endast blev Tireboss som testades var att detta system var etablerat inom kanadensiskt skogsbruk som kan sägas vara jämförbart med det svenska skogsbruket.

Det finns en skillnad mellan Tireboss och de flesta av de andra systemen



Figur 1. Schematisk skiss över ett CTI-system (Tireboss).



Figur 2. Kontrollpanel (ovan) och utvändiga slangar till drivhjulena (nedan).



genom att Tireboss använder sig av ett trycksatt system, luften släpps ut centralt. Andra system använder en pilotsignal (vakuum) till en ventil vid däckets, där luften släpps ut.

Trycksättningar

Trycksättningarna för varje enskild bil valdes med utgångspunkt från vilken däckuppsättning samt vilka axelvikter bilen hade. Företrädare för STRO

(Scandinavian Tire and Rim Organization) bidrog med att ta fram de rätta trycken för olika däckuppsättningar och axelvikter. Utrustningen ger möjlighet att välja åtta olika inställningar. I projektet användes sex inställningar, två för olastad bil och fyra för lastad.

Man kan sedan även ha olika inställningar för årstiderna t.ex. så att släpvagnen vintertid inte har olika ringtryck när den är lastad utan kör på

det högsta trycket hela tiden. Exempel på däcktryck från ett av SCA-fordonen framgår av Tabell 4.

Vilken inställning som används under hösten beror på väderleken. För blöta höstar används vårinställning och för torra sommarinställning.

Tabell 4. Tryckinställning sommar Ferm SCA1.

| Beskrivning | Styraxel (kPa) | Drivaxel (kPa) | Släpaxlar (kPa) | Max hastighet (km/h) | Max tid (min) |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|------------------|
| 1, Landsväg olastad | 570 | 500 | 500 | Ingen | Ingen |
| 2, Grusväg olastad | 550 | 350 | 350 | 66 | Ingen |
| 3, Dålig grusväg lastad | | | | | Ingen |
| – sommar | 770 | 400 | 550 | 50 | |
| – vår | 700 | 340 | 500 | 30 | |
| – vinter | 770 | 400 | 780 | 50 | |
| 4, Grusväg lastad | | | | 66 | Ingen |
| – vår, sommar | 775 | 450 | 650 | | |
| – vinter | 775 | 450 | 780 | | |
| 5, Landsväg lastad | 800 | 690 | 780 | Ingen | Ingen |
| 6, Nödtryck | | | | 16 | 5 |
| – vår, sommar | 550 | 220 | 400 | | |
| – vinter | 550 | 220 | 780 | | |

Resultat

Vägar

Inverkan på väggroppen: Kontakttytans storlek har en positiv inverkan på vägens översta lager. Ju längre ner i vägbanan man kommer desto mindre inverkan har den ökade kontaktytan. På Vägverket har man tagit fram en mjukvara i Excel där man genom att ändra däcktryck och axellaster enkelt kan se hur väggroppen påverkas.

I ett exempel visas nedan en jämförelse av hur väggroppen påverkas av ett virkesfordon med, respektive utan CTI (Figur 4). Bägge fordonen antas ha en totalvikt på 60 ton. CTI-fordonet har ett däcktryck anpassat för 30 km/h (Dålig grusväg lastad, vårinställning).

Vid jämförelsen mellan dessa konfigurationer ser man att CTI-fordonet har en lägre inverkan på väggroppen ner till 40 cm, medan påverkan längre ner i väggroppen är densamma (Figur 5).

Med hjälp av ovan nämnda mjukvara kan beräkningar av andra laster och däcktryck göras enklare.

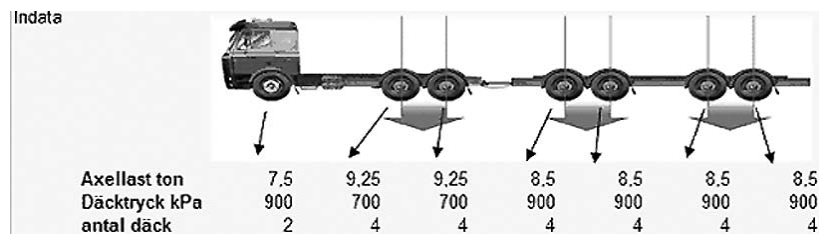
Teoretisk jämförelse av marktryck:

För att få underlag för rekommendation av lämplig däcksutrustning när

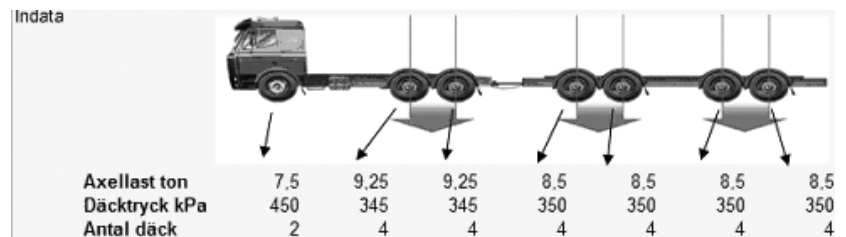
man kör med CTI på fordonet, gjordes en jämförelse mellan dubbelmontage 19,5" och 22,5". Exempler är:

- 22,5" dubbelmonterat, Arbrå Åkeri.
- 19,5" dubbelmonterat, Fermgruppen i Sundsvall AB.

Däckutrustningarna jämfördes med högt tryck (utan CTI) och ett lågt tryck (med CTI). Vi använde inställningen *Landsväg Lastad* för det höga trycket och *Dålig Grusväg Lastad* för det låga trycket. För de flesta konventionella fordon gäller dock att det används ett ännu högre tryck än vad vi

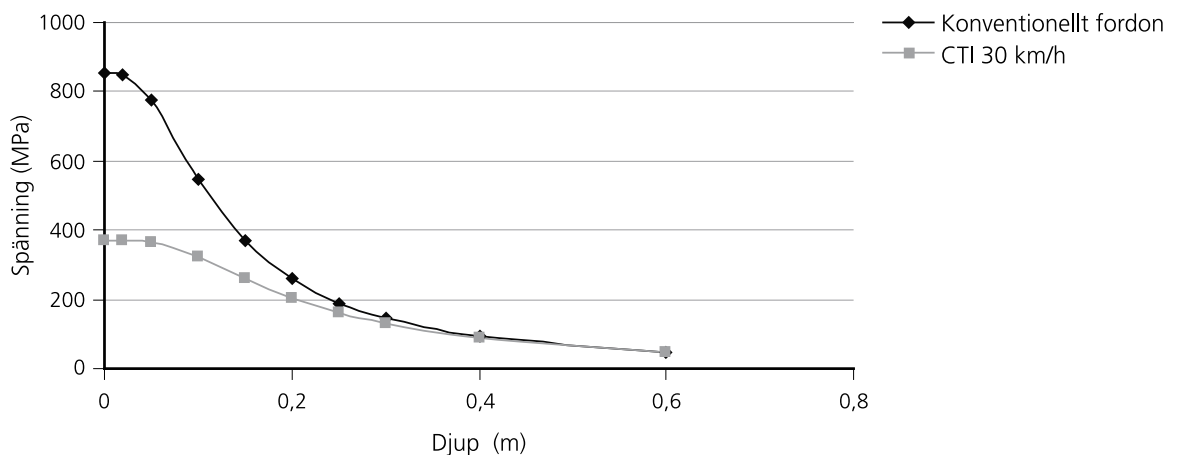


Figur 3. Konventionellt fordon BK1-lastat.



Figur 4. CTI-fordon med däcktryck för 30 km/h.

Figur 5. Belastning på väg från ett konventionellt fordon och ett CTI-utrustat fordon med ett tryck anpassat för 30 km/h.



Tabell 5. Däcktryck (kPa) och kontaktyta mot vägen (cm²), 22,5" dubbelmonterat.

| | Däck | Högt tryck | | Lågt tryck | |
|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|
| | | Tryck (kPa) | Kontaktyta (cm ²) | Tryck (kPa) | Kontaktyta (cm ²) |
| Styr | 385/65R22,5 | 740 | 659 | 450 | 889 |
| Driv | 295/80R22,5 | 695 | 500 | 345 | 725 |
| Släp | 275/70R22,5 | 650 | 390 | 350 | 610 |

Tabell 6. Däcktryck (kPa) och kontaktyta mot vägen (cm²), 19,5" dubbelmonterat.

| | Däck | Högt tryck | | Lågt tryck | |
|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|
| | | Tryck (kPa) | Kontaktyta (cm ²) | Tryck (kPa) | Kontaktyta (cm ²) |
| Styr | 315/80R22,5 | 800 | 593 | 700 | 635 |
| Driv | 295/80R22,5 | 690 | 510 | 340 | 750 |
| Släp | 265/70R19,5 | 780 | 286 | 500 | 479 |

Tabell 7. Marktryck Arbrå 22,5" dubbelmonterat.

| Arbrå 22,5 dubbel | Högt tryck (kPa) | Lågt tryck (kPa) | Procentuell minskning (%) |
|-------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| Styr | 559 | 412 | 26 |
| Driv | 451 | 314 | 30 |
| Släp | 540 | 343 | 37 |

Tabell 8. Marktryck Arbrå 22,5" dubbelmonterat.

| Ferm 19,5 dubbel | Högt tryck (kPa) | Lågt tryck (kPa) | Procentuell minskning (%) |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| Styr | 608 | 569 | 6 |
| Driv | 451 | 314 | 30 |
| Släp | 765 | 461 | 40 |

använt som högsta tryck. Kontaktytan mot vägen ökade med 26–37% (Arbrå) respektive 6–40% (Ferm) beroende på axel och däcktyp (Tabell 5 och 6). Trots att kontaktytan i cm² blev störst med de stora 22,5" däcken, blev den procentuella ökningen av kontaktytan störst för de mindre 19,5" däcken.

Kontaktyta och marktryck har ett direkt samband. En viss ökning av kontaktytan medför därför motsvarande minskning av marktrycket vid samma last. En CTI-bil med lågt tryck får ett marktryck på 314–569 kPa beroende på däck och axel (Tabell 7 och 9). Som jämförelse kan nämnas att en människa som väger 90 kg och är utrustad med stövlar, storlek 41 får en kontaktyta på 232 cm², vilket ger marktrycket 19 kPa. Resultatet av

den teoretiska jämförelsen ger en lägre belastning på vägen när man använder 22,5" däck.

Man kan med hjälp av dessa siffror även göra en jämförelse mellan däckens marktryck när man kör en lastbil utan CTI med BK2- och BK3-last (51,8 samt 37 tons totalvikt) samt en bil med reducerat tryck i däcken med BK1-last (60 tons totalvikt). För jämförelsen har Arbrå-fordonet, eftersom det hade lägsta värdena på marktrycket, använts. Jämförelsen visar att marktrycket förblir ungefär detsamma för olika lastvikter med ett konventionellt fordon, men att det alltid är högre än för ett CTI-fordon med reducerat däcktryck och 60 tons totalvikt (Tabell 9). Man får alltså ett lägre marktryck med en BK1-lastad virkesbil, som har

reducerat trycket i däcken, än med ett konventionellt fordon, som har reducerat lastvikten till BK2-last. Kontaktytan för ett fordon med reducerat tryck för 30 km/h är 75% större än för ett konventionellt fordon som kör med reducerad last (BK2) (Tabell 10).

Studie tjällossning 2005: Vägverket genomförde under våren 2005 fältstudier som visar att användning av lägre däcktryck gav mindre spårbildning på tio provsträckor av tolv, än vid användning av normaltryck. För de två provsträckor som avvek från mönstret kan orsakerna förklaras (Johansson, 2006). På strukturellt starka vägar blev skillnaden liten. Det kan röra sig om millimetrar. Skillnaden blev betydligt större på vägar med sämre bärighet.

Tabell 9. Marktryck i kPa för olika fordon, ett konventionellt respektive CTI-fordon. Det konventionella fordonet anges med totalvikt 60 och 51,8 resp. 37 ton.

| | Konventionellt fordon med totalvikt 60/51,8/37 ton | CTI-fordon med reducerat tryck 30 km/h med totalvikt 60 ton |
|-------------|--|---|
| Styr | 559/574/568 | 414 |
| Driv | 454/491/473 | 271 |
| Släp | 535/544/426 | 342 |

Tabell 10. Kontaktytor för olika fordonskonfigurationer.

| | Total kontaktyta konventionellt fordon BK1-lastad (cm ²) | Total kontaktyta konventionellt fordon BK2-lastad (cm ²) | Total kontaktyta reducerat tryck 30 km/h BK1-lastad (cm ²) |
|--------------|--|--|--|
| Styr | 1 318 | 1 100 | 1 778 |
| Driv | 4 000 | 3 200 | 5 800 |
| Släp | 6 240 | 5 600 | 9 760 |
| Summa | 11 558 | 9 900 | 17 338 |

Tabell 11. Besparing (Mkr/år) vid nybyggnation av skogsvägar.

| Minskad överbyggnad (cm) | Nybyggnation 1 500 km | Nybyggnation 750 km | Nybyggnation 500 km |
|--------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| 5 | 22 | 11 | 5,5 |
| 10 | 44 | 22 | 11 |
| 15 | 66 | 33 | 22 |

Resultaten visar också att valkbildningen minskade vid användning av CTI-tryck jämfört med normalt däckstryck. Därigenom blev de spår djup som kan påverka framkomlighet och trafiksäkerhet för personbilar och andra lättare fordon mindre.

Undersökningen visade också att användning av supersingelhjul sannolikt ger större spårbildning än parmonterade hjul. På de två provsträckor där supersingelhjul användes på släpet formades de största spår djupen av supersingelhjulen. Resultaten baseras på småskaliga försök och bör därför behandlas med viss försiktighet.

Sammantaget bedöms en eventuell ökning av drift och underhållsåtgärderna, som tillåtandet av BK1-laster

på BK2-vägnätet (där inte brohinder förekommer), vara små. Detta under förutsättning att de BK1-lastade fordonen framförs med däcktryck och hastighet som ligger på de nivåer som föreslagits i CTI projektet.

Vägbyggnation: Fortfarande görs en hel del nybyggnation av skogsbilvägar i Sverige, ungefär 1 500 km/år. Kostnaden per km för överbyggnaden vid nybyggnation av en väg klass A tjälsäker, är ca 90 000 kr/km. Om överbyggnadstjockleken minskas från rekommenderade 30 cm till 15 cm för hela nybyggnationen gör skogsbruket en besparing på 66 milj. kr per år. Nu byggs sannolikt inte hela nybyggnationen till bärighetsklass A utan vissa

vägar byggs helt och hållet endast för vinterdrivning. En besparing på hälften av nybyggnationen ger drygt 30 milj. kr (Tabell 11). För att man skall kunna motivera en minskad överbyggnad behövs att den tillgängliga fordonsflottan har en hög andel CTI-utrustade rundvirkesbilar.

Fordon

Kostnader: Åtta av de fordon som ingick i studien har följts upp med avseende på drifts- och investeringskostnader. (Tabell 12 och 13)

Kostnaden för ett CTI-system inklusive montering på ett rundvirkesfordon var i projektet 150–220 kkr. Då är stillestånd vid monteringen inte inräknat. Bil nr 3 flyttade systemet från

Tabell 12. Kostnad (kr) för system och montering.

| | System | Montering | Stillestånd | Totalt |
|--------------|---------|-----------|-------------|---------|
| Bil 1 | 81 750 | 112 578 | 22 666 | 216 994 |
| Bil 2 | 81 750 | 136 240 | 62 670 | 280 660 |
| Bil 3 | 89 205 | 175 557 | 48 044 | 312 806 |
| Bil 4 | 81 750 | 98 591 | 43 431 | 223 772 |
| Bil 5 | 100 248 | 49 506 | 36 799 | 186 553 |
| Bil 6 | 140 793 | 76 000 | 0 | 216 793 |
| Bil 7 | 101 000 | 49 525 | (28 000) | 178 525 |
| Bil 8 | 121 167 | 101 833 | (10 000) | 223 000 |

Tabell 13. Uppföljning av reparationer för 8 av fordonen, kostnad i kr.

| | Verkstad | Stillestånd | Totalt | Körda km | kr/km |
|--------------|----------|-------------|---------|----------|-------|
| Bil 1 | 6 861 | 1 898 | 8 759 | 360 000 | 0,02 |
| Bil 2 | 0 | 2 328 | 2 328 | 330 000 | <0,01 |
| Bil 3 | 230 799 | 98 130 | 328 929 | 570 000 | 0,58 |
| Bil 4 | 51 978 | 21 175 | 75 153 | 360 000 | 0,21 |
| Bil 5 | 5 928 | 5 600 | 11 528 | 310 000 | 0,04 |
| Bil 6 | 16 315 | 0 | 16 315 | 350 000 | 0,05 |
| Bil 7 | 18 130 | 0 | 18 130 | 370 000 | 0,05 |
| Bil 8 | 36 774 | 10 000 | 46 774 | 300 000 | 0,16 |

en Scania till en Volvo våren 2004 till en kostnad av 113 726 kr. Stillestånd för bil 7 och 8 är beräknad utifrån antal dagar på verkstad. Systemet på bil 6 monterades vid leverans av ny bil.

Spännvidden för reparationer var stor, ca 0,01–0,58 kr/km, men i genomsnitt 0,14 kr/km. Sex av åtta fordon låg under 50 000 kr totalt. Bil 3 som hade större problem i början av projektet med bl.a. flera kompressorbyten, ligger mycket högt i förhållande till övriga fordon.

Vikt: En av de rationaliseringsvinster man kan göra på ett virkesfordon är att minska vikten. Därför jobbas det i dag med flera olika sätt att minska vikten på fordonen, bl.a. med nya material till

ramar både för släp och bil, nya kompositmaterial till fjädringen etc.

Vid monteringen av "V3" och "V4" vägdes alla delar som monterades på bilen för att ta reda på exakt hur mycket extra vikt som monteringen av ett CTI-system tillför. Den extra vikten var 104–120 kg (Tabell 14).

Enligt våra kalkyler innebär en ökad taravikt på 100 kg att transportkostnaden ökar med 12,5 öre/ton. Under ett fordonens livslängd (5 år) transporteras ca 200 000 ton, vilket ger en total förlust på 25 000 kr.

Däck: Ett system som ger möjlighet att justera lufttrycket i däcken till lämpligt däcktryck i förhållande till aktuell belastning och hastighet är en stor fördel vad avser livslängd, slitage

och skadebenägenhet. De eventuella nackdelar som kan uppkomma är förhållandevis ringa i förhållande till de fördelar som finns (J. Eriksson, STRO. pers. komm.).

Bilprovningen har under projektet även utfört extra noggranna kontroller av däckens. Kommentarer från dessa besiktningar har varit att man inte kunnat se några negativa effekter av CTI-systemet utan i stället konstaterat att däckens får ett jämnare slitage än normalt över hela slitbanan.

Den enda nackdel som kunnat påvisas är ett ökat slitage på fälgarna och då speciellt på aluminiumfälgar.

Vibrationer och förarmiljö: En av fördelarna med CTI-system är att däckens inbyggda stötdämpning kan tas till vara under fordonets hela transportsträcka från industri till avlägg och tillbaka. När däcktryck valts efter fordonets maxhastighet och maxlast får man bara nytta av däckens dämpning när bilen körs lastad.

I CTI-projektet påstår ofta förarna att vibrationsnivån är lägre både vid färd olastad och lastad på dåliga vägar, där man kör med lägre hastighet. Körningen blir därmed mycket lugnare och behagligare ur vibrationssynpunkt. För att verifiera denna uppfattning gjordes en särskild studie på en av bilarna i Medelpad under augusti 2004 (Granlund, 2004).

Den vibration som är mest intressant ur förarsynpunkt är den som är uppåt-neråt, alltså i z-led. Därför har utvärderingen koncentrerats på z-led.

Värdena både för stol och golv pekade på en minskning med 5–10 % av vibrationerna vid användning av CTI jämfört med ett konventionellt fordon.

Hela studien gav en förbättring på drygt 8 %. Detta kan man då säga blir

förbättringen för en hel vända från industri och tillbaka.

Alla sträckor gav en förbättring av vibrationsnivån då CTI användes. Men framför allt syns förbättringen när bilen körs olastad på lite sämre vägar. Skillnaderna mellan däcktrycken för en konventionell bil och de olika inställningarna när man kör med en CTI-utrustad bil är störst när man kör bilen olastad på dåliga vägar och vid låga hastigheter med lastad bil. Därför borde fördelarna främst synas på sträcka 2, 3 och 4, vilket också stämmer med de resultat vi fick vid mätningen.

Stabilitet: År 2000 utförde VTI på uppdrag av Skogforsk en simulering av vältrisen på ett fordon som kör med reducerat ringtryck (Stadler, 2000). Sammanfattningsvis ökade vältrisen vid en given hastighet då enbart ringtrycket sänks. Riskerna bedömdes dock sammantaget minska vid användning av CTI-system, där både ringtryck och hastighet minskas för fordonskombinationen lastbil med släpvagn.

Mot bakgrund av dessa resultat bör ett CTI-system ha säkerhetsfunktioner, som förhindrar att för höga hastigheter vid vissa ringtryck uppnås.

Bränsleförbrukning: Behovet att minska bränsleförbrukningen och miljöbelastningen för transporter med lastbil är stort. Skogsnäringen är ett exempel på en viktig bransch där ett omfattande transportarbete utförs med lastbil. Skogsbruket transporterar årligen ca 70 miljoner m³ fub rundvirke till en total kostnad av ca 4 miljarder kr. Därav utgör kostnader för diesel drygt 25 %. Bränsleförbrukningen för Sveriges virkesfordon har uppskattats till ca 140 000 m³ per år, och den

årliga miljöeffekten är beräknad till ca 370 000 ton CO₂ och ca 3 900 ton NO_x.

Bränsleförbrukningen är därför en av de parametrar som man måste ta hänsyn till vid införandet av ny teknik. Tidigare undersökningar i Nordamerika visar att man vid införandet av CTI fått en reducerad bränsleförbrukning på grusvägar. Denna minskning har legat på ca 2 %. Förklaringen är att ett däck med ett lägre tryck inte sjunker ner lika långt i vägbanan som ett däck med högt tryck. Ett fordon som sjunker ner en bit i vägbanan kör hela tiden i uppforsbacke.

I projektet genomfördes en noggrannare uppföljning av en bil (Nyhammar, ST2) samt en särskild studie med noggrann mätning av bränsleförbrukningen på Scania's demobana i Södertälje (Granlund, 2005).

Uppföljningen på Nyhammars åkeri visade på en viss ökning av bränsleförbrukningen per km. Förbrukningen per transporterad nyttolast minskade dock (Granlund 2005).

Mätningen på demobanan visade på en ökad bränsleförbrukning med 3,6 %

Tabell 14. Vikter från vägning vid montering.

| | Bil (kg) | Släp (kg) | Totalt (kg) |
|---------------------|----------|-----------|-------------|
| V3 Lodin | 78,3 | 42,2 | 120,5 |
| V4 Wiklander | 54,1 | 50,0 | 104,1 |

Tabell 15. Förbättring i procent på olika sträckor för z-led.

| Sträcka nr | Stol z-led (%) | Golv z-led (%) |
|-------------------------|----------------|----------------|
| 1 landsväg olastad | 2,9 | 3,3 |
| 2 grusväg olastad | 9,5 | 31,9 |
| 3 dålig grusväg olastad | 6,2 | 10,4 |
| 4 dålig grusväg lastad | 2,6 | 3,5 |
| 5 grusväg lastad | 1,6 | 4,1 |
| Medelvärde | 4,6 | 10,6 |

då däcktrycket var lägre och bilen lastad. När bilen kördes olastad erhöles ingen ökning av bränsleförbrukningen. Detta innebär att för en normal vända med en lastad virkesbil, där sträckan är ökningen relativt liten, ca 6–7 %. Förbrukningsökningen blir försumbar.

Att bränsleförbrukningen ökar när man kör med ett lågt lufttryck i däcken med lastad bil på en bra väg är ingen överraskning. Att vi däremot inte fick någon skillnad när bilen kördes olastad med ett lågt tryck var något överraskande eftersom den allmänna uppfattningen är att ett för lågt tryck ger högre bränsleförbrukning. Det tryck som användes vid studien var dock inte för lågt utan helt rätt för den hastighet och den last som kördes vid studien.

Mätningen på demobanan utfördes på asfalt, även för de tryck som endast skall användas på grusvägar. Vid körning på grusväg kan man förvänta att ett fordon med reducerat tryck inte sjunker ner lika mycket i vägbanan som ett med fullt tryck. Om detta stämmer bör ökningen av uppmätt bränsleförbrukning vara för hög.

Samverkan: För att skogsbruket skall kunna få ut full nytta av ett CTI-system behövs tillåtelse att köra på bärighetsnedsatta vägar, s.k. dispens. Detta gäller framför allt under tjällossning då undantag erfordras, men även på permanent bärighetsnedsatta vägar där generell dispens erfordras.

För att skogsbolag och åkare skall kunna använda sig av CTI på ett optimalt sätt är det viktigt att det finns rutiner och riktlinjer för hur man får utnyttja ett CTI-system optimalt på det allmänna vägnätet.

Under projektets gång tillämpades några varianter på dispensförfarande, med gemensamma riktlinjer från Vägverket som grund. Erfarenheten av rutinerna insamlades under intervjuer med transportledare i skogsbruket och med en driftsledare på Vägverket.

- Samtliga intervjuade transportledare med erfarenhet från dispensärenden tyckte att samarbetet med Vägverket fungerat bra. De två veckors handläggningstid som Vägverket önskar har inte inneburit några problem. Då snabbare handläggning krävts har Vägverket prövat dispensansökan och givit dispens med vändande post.
- Framför allt de transportledare som är verksamma inom Region Mitt ansåg att man tillsammans med Vägverket utvecklat en mycket bra rutin för dispensförfarande. Här finns färdiga formulär för såväl ansökan som dispens. En och samma person på Vägverket tar emot alla ansökningar och ser till att de blir prövade av rätt driftsledare.
- En transportledare tyckte att åkarna själva kunde klara att ansöka om

dispens ifall de fick en kontaktman på Vägverket.

- På Södra önskade transportledarna en generell dispens för en hel region samtidigt och poängterade att det inte är de allmänna vägarna som är problemet, utan de enskilda.
- Även driftsledaren på Vägverket, som var verksam inom Region Mitt, tyckte att man nu funnit en bra form för dispensärendena för de fordon i projektet som kördes i region mitt. Han poängterade att grunden för hela processen är det sedan många år mycket väl fungerande samarbetet inom Region Mitt runt den s.k. ”tjälpolicy”. Detta arbete har inneburit att åkare och skogsföretag har byggt upp ett förtroende hos Vägverket genom att visa att de kan hantera det ansvar som Region Mitt givit dem, då det gäller att inte köra sönder vägarna. Driftledaren på Vägverket poängterade dock att det hos hans kollegor i övriga delar av landet kan anas ett motstånd mot att ge åkare och skogsbolag frihet under ansvar att själva bedöma vägarna.
- Flera åkare med CTI-bilar hade inte kört på dispens. De åkare som hade erfarenhet av att köra på dispens tyckte alla att rutinerna fungerade bra. En åkare hade själv kontaktat Vägverket och fått ett muntligt tillstånd. Övriga hade fått en skriftlig bekräftelse som de kunde visa upp för polis m.fl. De flesta åkarna tyckte att dispensansökan skall skötas av transportledarna.

Användning av CTI-systemen
Uppföljning av två fordon i Värmland: I Värmland finns två ekipage

som ingår i projektet, båda transporterar virke för Stora Enso Skog. Åkerierna är Bjälveruds Åkeri AB i Sunne och GE-CE Åkeri AB i Munkfors.

Stora Enso Skog har följt upp nyttan av dessa ekipage under tjällossningsperioden våren 2005. Den kompletta uppföljningen som har dokumenterats av Anders Örtendahl, Stora Enso Skog finns i Bilaga 3.

Uppföljningen visade att CTI-bilarna ökade tillgängligheten till virket. Skulle avverkningsstyrningen ha styrts så att mer virke kommit fram till allmänna vägar under tjällossningsperioden, så skulle utnyttjandet av de CTI-utrustade bilarna ha kunnat ökas ytterligare.

Man kunde i uppföljningen även se att de CTI-utrustade bilarna kunde jämna ut resursbehovet, eftersom virke kan köras direkt från bilväg under tjällossningsperioden.

Fordonsflotta: På initiativ av Stora Enso och Holmen Skog genomfördes ett examensarbete (Enström, 2005) med syfte att belysa hur stor en fordonsflotta med CTI bör vara inom ett fångstområde.

Studien utfördes på Hagge distrikt inom Stora Enso. Först gjordes en analys av hur mycket virke som trots allt finns tillgängligt under tjällossningsperioderna och hur långt detta räcker för att täcka industrins behov. Sedan byggdes en optimeringsmodell för att ta reda på hur många CTI-bilar som behövs för att köra ut en viss mängd virke till industrierna. Slutligen jämfördes resultatet med kostnaderna för lagerhållning av motsvarande volym.

Resultaten visade att det var klart mer lönsamt att köra ut virke med CTI-bilar än att lagerhålla. Orsaken var höga kostnader för lagerhållning jämfört med investering och driftskost-

nader för CTI. Detta gäller även med viss överkapacitet i antalet CTI-bilar. Slutsatsen blev att det var lämpligt med ca 30 % CTI-bilar inom Hagge distrikt.

Loggning av nyttjande: I projektet utrustades ett antal av bilarna med en loggningsutrustning ifrån Fleetech. Utrustningen bestod av en mjukvara, som i en fordonsdator använder signaler från CTI-systemet för att logga nyttjandet av systemet. Förarna för varje transport angav den nytta man haft av CTI. De fördelar som förarna kunde ange var komfort, dragkraft och framkomlighet. I Tabell 16 anges antalet transporter i procent där förarna angett de olika nyttofaktorerna.

Samtliga förare angav förhöjd komfort i fordonet, vilket troligen är anledningen till att utnyttjandet av CTI-systemet för nästan samtliga fordon ligger på 100 %. Ett av fordonen använde enbart systemet när bilen kördes lastad på dåliga vägar. Förarna av detta fordon har också angett lägst värden för nytta när det gäller komfort.

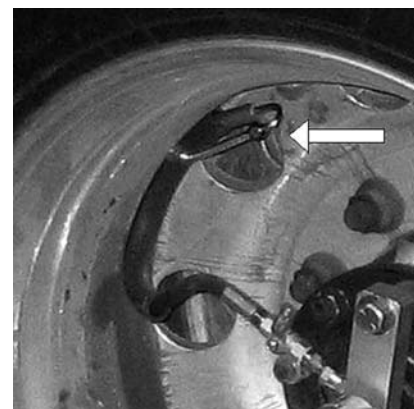
Man kan även se att nyttan av dragkraften främst angavs under vintermånaderna och framkomlighet angavs främst under vår och höst medan nyttan av komfort angavs året runt. De förare som använt dispensmöjligheten på bärighetsnedsatta vägar vid ett flertal tillfällen är även de som angett högst nytta för framkomlighet och dragkraft, medan de förare som inte angett någon nytta inte heller utnyttjat möjligheten till dispens.

Utnyttjande av dispenser skiljde sig markant åt mellan olika fordon. Ett antal fordon har bara utnyttjat möjligheten att köra på dispens vid enstaka tillfällen. Å andra sidan finns det även fordon som utnyttjade möjligheten ofta.

Ett exempel är att en av bilarna i mellersta Norrland utnyttjat dispensmöjligheten vid 15 % av sina transporter.

Teknisk tillförlitlighet: Den tekniska utnyttjandegraden (TU) innebär den andel av tiden som CTI-systemet varit användbart. Anledningen till ett avbrott kan vara t.ex. att det varit avstängt i väntan på reparation eller reservdel eller att fordonet varit stillastående på grund av CTI-systemet. Siffrorna grundar sig på intervjuer med åkarna samt den uppföljning av reparation och underhåll som inkommit under projektet.

TU för CTI-systemet på projektets 12 fordon var i genomsnitt 95,5 %. Två av fordonen i projektet hade ett



Figur 6. Svag punkt där slangen skruvas på hjulventilen.

Tabell 16. Nyttan av CTI-systemet (%).

| | Komfort | Dragkraft | Framkomlighet | Antal utförda transporter inloggade |
|--------------|---------|-----------|---------------|-------------------------------------|
| Bil 1 | 100 | 3 | 32 | 540 |
| Bil 2 | 99 | 33 | 37 | 2 412 |
| Bil 3 | 82 | 17 | 71 | 512 |
| Bil 4 | 90 | 22 | 25 | 452 |
| Bil 5 | 98 | 0 | 1 | 418 |
| Bil 6 | 95 | 15 | 28 | 1 011 |

TU på 100 %. De två bilarna som har haft störst problem med systemet hade ett TU strax över 80 %.

Under vintertid i sträng kyla hade någon enstaka bil problem med frysning i CTI-systemets ventilpaket. Detta innebar att fordonets CTI-system inte kunde användas. Fordonet blev dock inte stillastående utan kunde fortfarande användas. Problemet ursprung är att lufttorkarna som användes i projektet var något underdimensionerade och behövde tätare serviceintervall än normalt.

Svivelarna har vid tidigare tester varit flaskhalsen för att få en rimlig livslängd på ett system. De system som provades i mitten av 90-talet hade i regel en livslängd på endast 20 000 km. Med det



Figur 7. Korroderade navkapslar av aluminium.

system som provades i projektet har de svivlar som rullar under de värsta förhållandena, monterade på drivaxeln och utsatta för salt och smuts, haft en livslängd på 280 000–350 000 km. De svivlar som varit skyddat monterade, d.v.s. på styr- och släpvagnsaxlar, höll med ett undantag projekttiden ut, ca 600 000 km.

När bilarna rullat cirka ett år och det var dags att byta till vinterdäck uppstod en del problem med de slangar som går mellan svivel och däck. Däcken var svåra att demontera utan att antingen slangen eller ventilen i däcken gick sönder. Det har visat sig att slangarna är den del som utan jämförelse varit föremål för mest byten.

På alla pneumatiska system där luft komprimeras kan problem med vatten som fryser vid minusgrader uppstå. Därför är det viktigt att luftsystemet har en fullgod torkutrustning. Den torkutrustning som sitter på en

virkesbil har normalt inte kapacitet för de stora luftvolymerna som hanteras i ett CTI-system. Man kan antingen montera ett torksystem med större torkkapacitet eller korta ned serviceintervallerna på torksystemet betydligt. Problem med frysningar har visat sig på två av projektets bilar, men har avhjälpats med tätare serviceintervaller på torkutrustningen.

Navkapslarna på släpet på Arbrå Åkeris virkesbil har blivit korroderade och förstörda. Orsaken till haveriet av kapslarna är en kombination av mycket salt på vägarna samt att navkapslarna är tillverkade i aluminium. Vid påpekande av detta har tillverkaren av systemet lovat att nya kapslar, i antingen ett nytt material eller med någon annan lösning, skall vara klar för leverans våren 2006.

Åkeriägarnas synpunkter: Alla åkare intervjuades på senvintern 2006 för

att de skulle ge sina synpunkter på användandet av CTI-systemet (Bilaga 1). De synpunkter som varit mest frekventa är:

- + Ökad framkomlighet på dåliga vägar.
- + Ökad komfort p.g.a. minskade vibrationer.
- + Ökad dragkraft.
- + Ökad livslängd på däcken.
- + Minskat antal punkteringar.
- + Alltid rätt tryck i däcken.
- Minskad livslängd på aluminiumfälgar.
- Systemets aluminiumdetaljer ärgar snabbt.
- Däcksbyten tar längre tid.

Diskussion

Resultaten från CTI-projektet innebär att teknologin är redo att tas i bruk inom skogsbruket. Totalt 5 000 000 km körning har visat på ett genomsnittligt TU för CTI-utrustningen på 95 %.

Det finns inga tekniska eller administrativa hinder för användning av CTI på fordon i Sverige. Att CTI är ett sätt att få tillgång till virke utefter bärighetsnedsatta vägar under förfallsperioder har slagits fast. Farhågan om ökad bränsleförbrukning på CTI-fordon har belysts och befunnits överdriven. Förarna får en ökad komfort i form av minskade vibrationer, vilket var en av de fördelar som tydligast kunde noteras. Skogstransporternas sammanlagda negativa miljöpåverkan kan minskas genom ett ökat genomsnittligt lastutnyttjande. CTI är därvid ett hjälpmedel bland flera.

Projektets uppläggning och arbetsformer har gett stort genomslag i och utanför skogsbruket. Genom att många företag gjort investeringar i utrustning, och lagt ned betydande arbetstid i referens- och arbetsgrupper har tekniken fått en bred utvärdering. För Skogforsk har detta projekt visat på möjligheterna att föra ut och pröva ny teknik eller FoU-resultat i praktisk tillämpning genom s.k. implementeringsprojekt, vilket är värdefullt inom många andra områden och frågeställningar.

Vägar

Teoretisk inverkan av CTI: Effekterna av kontaktrycket mot väggkroppen är endast märkbar inom ett område nära ytan, enligt den s.k. St. Venants princip. Effekterna av förändrad last påverkar däremot vägkonstruktion på hela djupet. Ur detta perspektiv kommer utrustningar som sänker kontaktrycket för lastbilar att vara

Tabell 17. Spårdjup studie 1997 i Jämtland.

| Referensbilen 6 överfarter (cm) | | CTI-bilen 6 överfarter (cm) | | CTI-bilen 30 överfarter (cm) | |
|------------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
| Ytterhjul | Innerhjul | Ytterhjul | Innerhjul | Ytterhjul | Innerhjul |
| 17 | 3 | 3 | 0 | 15 | 1 |

mest verksamma vid bärighetsproblem nära ytan, eg. ytuppmjukning under tjällossningen.

Vägverket har utfört ett antal teoretiska beräkningar på olika belastningsfall och olika kontaktryck, och även en mindre studie med den på VTI baserade HVS-maskinen som visar att de teoretiska beräkningarna är rimliga.

Det är tydligt att det låga trycket ger en reducering av påkänningarna på de översta ca 200 millimetrarna.

En effekt som finns och kan vara påtaglig på ojämna vägar är den minskning av dynamiska tillskott till lasten som bilens rörelse i vertikalled ger upphov till. Denna minskning beror på den mjukare fjädring som lågt däckstryck ger upphov till och på att hastigheten måste reduceras vid körning med sänkt däckstryck. Ingen hänsyn till denna effekt är tagen vid de teoretiska analyserna.

Uppmätt inverkan av CTI: CTI-tekniken har studerats för kommersiellt bruk sedan mitten av 1980-talet främst i Nordamerika. I Sverige har tekniken testats i liten skala i praktiskt bruk sedan mitten av 1990-talet.

I USA har bl.a. USDA Forest Service (Greenfield, 1990) testat tekniken i ett stort försök på en testbana i

Vicksburg Mississippi. Testerna visade på stora ekonomiska möjligheter när det gäller driftsunderhåll på framförallt grusvägar.

I Kanada har tester utförts av Feric (Forest Engineering Research In Canada) i Vancouver. Testerna (Bradley 1991, Bradley 1996, Bradley 2003, Blair 2005) har visat på stora vinstmöjligheter för den kanadensiska skogsindustrin.

Skogforsk utförde ett spårdjupstest 1997 (Skogforsk Redogörelse nr 2, 1998) tillsammans med Vägverket Region Mitt. Studien utfördes på en nedlagd sträcka av väg 345, ca 12 km väster om Strömsund. Före studien plogades vägen för att tjälen skulle gå ner så djupt som möjligt. Under studien var förhållandena idealiska, vägen hade tinat ner till 50 cm och var mycket blöt. När sex överfarter gjorts med bägge bilarna stoppades referensbilen, då risken för fastkörning var överhängande. Sedan körde den CTI-utrustade bilen ytterligare 24 överfarter, vilket var vad som hanns med under studiedagen.

Studier inom projektet

Vägverket har under våren 2005 genomfört fältstudier (Johansson 2006) som visar att användning av lägre

däckstryck ger mindre spårbildning än vid användning av normaltryck på tio provsträckor av tolv. För de två provsträckor som avviker från mönstret kan orsakerna förklaras. På strukturellt starka vägar är skillnaden liten. Det kan röra sig om millimetrar. Skillnaden blir betydligt större på vägar med sämre bärighet. Resultaten visar också att valkbildningen minskar vid användning av CTI-tryck jämfört med normalt däckstryck. Därigenom blir de spårdjup som kan påverka framkomlighet och trafiksäkerhet för personbilar och andra lättare fordon mindre.

Undersökningen visar också att användning av supersingelhjul sannolikt ger större spårbildning än parmonterade hjul. På de två provsträckor där supersingelhjul använts på släpet har de största spårdjupen formats av supersingelhjulen.

Vägunderhåll: Genom att ett lägre lufttryck i däcken är skonsammare mot vägen än vad en virkesbil med konventionellt lufttryck är finns det en potential att göra besparingar på kostnaderna för vägunderhåll. Man skall dock vara försiktig med att blanda CTI-utrustade fordon med icke utrustade fordon om man vill få en maximal effekt på skonsamheten.

På äldre vägar, som efter att legat oanvända efter t.ex. en slutavverkning finns det utrymme att minska upprustningsinsatser inför t.ex. gallringar om man använder CTI-utrustade fordon.

Fordon

Fordon och CTI-teknologi: Prisnivån på installationerna (150–220 000 kr) har legat något över den förväntade, både vad gäller inköpspris och montering. Kostnaden för monteringen av systemet borde kunna sänkas jämfört

med de kostnader som projektets fordon haft. Det handlar t.ex. om att fordonstillverkare, som Volvo och Scania kan göra förberedelser för CTI-montering redan vid löpande bandet i den egna fabriken. Axlarna på släpvagnen kan förborras redan hos axelfabrikanten, och systemet på släpet kan monteras av släpvagnstillverkaren. Montering av CTI-system på själva fordonet direkt på fabrik är inte lönsamt på grund av för små serier.

Tillförlitligheten på det testade systemet har varit över förväntan. Av 12 fordon har tio haft en teknisk utnyttjandegrad över 92 %. Det finns till och med fordon med TU 100 % på CTI-systemet. Körsträckan på fordonen har varit 200 000–550 000 km. Eftersom en betydligt större luftmängd används, jämfört med på ett konventionellt fordon, fanns farhågor om att livslängden på kompressorer och lufttorkar skulle minska. Farhågan har till viss del besannats då intervallet för bytet av filterinsatsen i lufttorken har halverats och antalet kompressorhaverier har ökat.

I projektet har både Scania och Volvo varit representerade och samarbetet mellan dessa och leverantören av CTI-systemet har fungerat bra. Enligt tillverkaren av CTI-systemet spelar fordonsmärket på bil och släp ingen roll så länge man får tillgång till ritningar.

Dragkraften ökar med ända upp till 150 % (Granlund & Andersson, 1998). Nästan alla förare har angett att man haft stor nytta av den ökade dragkraften. Vissa framhåller att den största nyttan uppstår vid halka.

Egentligen berörs endast däckkonfiguration samt bilens pneumatiska system av ett CTI-system. Skillnaden mellan konfiguration på virkesfordonen i norra och södra Sverige spelar ingen roll. Ett CTI-system förbättrar

skonsamheten mot vägen oavsett vilken däckkonfiguration fordonet har. Men om man utgår från resultatet av den teoretiska jämförelsen mellan marktryck för olika däckskonfigurationer, erhålls största nytta av ett fordon utrustat med 22,5" hjul på både bil och släpvagn.

Däcktillverkarna framhåller att CTI-tekniken ger möjlighet att alltid köra med rätt tryck i däcken. Projektet har visat på ökad livslängd, framför allt på drivdäcken. Även ett jämnare slitage på övriga däck bidrar till något ökad livslängd. På 5 000 000 km har det endast skett två däckexplosioner. Dessa berodde på defekter i däcken och kunde inte härledas till användning av CTI.

En kompressor med hög kapacitet samt goda torkmöjligheter av den komprimerade luften är en förutsättning för att få ett CTI-system att arbeta störningsfritt på en virkesbil. Ur funktionssynpunkt kan man anta att en separat kompressor för CTI-systemet är att föredra, även om investeringskostnaden troligen ökar.

Bränsleförbrukning: Det finns en farhåga för en ökad bränsleförbrukning med CTI. En större kontaktyta mot vägbanan bör ge en högre friktion och därmed högre förbrukning. Nu är det endast en liten del av den totala körsträckan för en transport där man kör med ett lägre tryck i däcken, vilket gör att förbrukningsökningen blir försumbar. Räknas förbrukningen per ton transporterat rundvirke, så kommer det att bli en minskning av förbrukningen under förutsättning att fordonet kan köras fullastat på bärighetsnedsatta vägar.

Förarmiljö: Det förarna av virkesbilarna framhåller som en av de största

förbättringarna med ett CTI-system är de minskade vibrationerna. Den uppmätta förbättringen uppgår till nästan 15 % på enskilda vägavsnitt och ca 8 % på en hel vända (Granlund, 2004).

Trafiksäkerhet: Trafiksäkerheten ökas när man har en konstant reglering av trycken i däcken. Enligt åkare och chaufförer har antalet punkteringar minskat på de lastbilar som ingått i projektet. Risken för däckexplosioner på grund av överhettning försvinner då systemet hela tiden känner av däcktrycken och släpper ut luft om trycket i däcken ökar. Dessutom finns inbyggda varningar för hastighetsöverträdelser samt att tryck för olastat fordon ej kan väljas när fordonet är lastat. Föraren av fordonet blir omedelbart uppmärksam på alla punkteringar.

Konfiguration av CTI-systemet: För virkesbilar som kör mycket på dåliga vägar och som kommer att utnyttja CTI-systemet för att transportera virke under tjällossning är det ett måste att hela bilen är utrustad med CTI från styraxel till släpvagnsaxlar.

På fordon där endast CTI-systemet används för att nyttja den ökade dragkraften är det endast drivaxlarna som behöver utrustas med CTI.

Ekonomi: I en investeringskalkyl för ett fordon som utrustas med ett CTI-system är det främst investeringskostnaden samt kostnaden för monteringen som ger utslag. Men även den ökade vikten, som ett system ger, kommer att påverka kalkylen.

I kalkylen nedan räknas med en investeringsökning på bilen med 112 000 kr och på släpet med 66 000 kr. Viktökningen på 400 kg kommer dels från CTI-systemet 100 kg och dels

Figur 8. Grunddata fordonskalkyl.

| Grunddata | | Ändring % | | | Justerade värden | | |
|------------------------------|-----------|--------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|
| Ränta, % | 4,0 | | | | | | |
| Övriga tidskostn, kr/år | 70 000 | | | | | | |
| Lönekostnader, kr/år | 1 000 000 | | | | | | |
| Årligt utnyttjande, tim/år | 4 800 | | | | | | |
| Laststorlek, ton | 39,8 | | | | | | 39,4 |
| Bränslepris, kr/liter | 7,94 | | | | | | |
| | | Bil | Släp | Kran | Bil | Släp | Kran |
| Investering, kr | 1 588 000 | 484 000 | 450 000 | | 1 700 000 | 550 000 | |
| Avskrivningstid, år | 5 | 8 | 8 | | | | |
| Restvärde, % | 15 | 15 | 0 | | | | |
| Service & reparation, % | 35 | 35 | 35 | | | | |
| Däcksutrustning, kr | 42 000 | 56 000 | | | | | |
| Däckens hållbarhet, km | 120 000 | 150 000 | | | | | |
| Transportavstånd | 50 km | 100 km | 150 km | | | | |
| Bränsleförbrukning, l/100 km | 0,60 | 0,58 | 0,53 | | | | |
| Terminaltid, min/lass | 57 | 57 | 57 | | | | |
| Avbrottsstid, min/lass | 5 | 5 | 5 | | | | |
| Körhastighet, km/tim | 55 | 60 | 65 | | | | |
| Resultat | | 50 km | 100 km | 150 km | 50 km | 100 km | 150 km |
| Kostnad, kr/ton | 41,30 | 68,60 | 91,14 | | 42,33 | 70,24 | 93,23 |
| Årlig kostnad, kr/år | 2 766 844 | 3 001 218 | 3 082 510 | | 2 807 718 | 3 042 092 | 3 123 384 |
| | | Ändring | | | Transportavstånd, km | | |
| | | | | | Kostnad, kr/ton | | |
| | | | | | 1,030 | | |
| | | | | | 1,640 | | |
| | | | | | 2,148 | | |
| | | | | | 40 874 | | |
| | | | | | 48 874 | | |
| | | | | | 40 874 | | |

Figur 9. Investeringskalkyl CTI.

| Indata | | Ändring % | | | Justerade värden | | |
|--|-----------|------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|
| Ränta, % | 4,0 | | | | | | |
| Rörelsekapital, kr | 100 000 | | | | | | |
| Rörelsekapitalets ränta, % | 7,0 | | | | | | |
| Övriga tidskostnader, kr/år | 70 000 | | | | | | |
| Lönekostnader, kr/år | 1 000 000 | | | | | | |
| Årligt utnyttjande, tim/år | 4 800 | | | | | | |
| Laststorlek, ton | 39,8 | | | | | | |
| Rädensitet, kg/m ² f | 900 | | | | | | |
| Bränslepris, kr/liter | 7,94 | | | | | | |
| | | Bil | Släp | Kran | Bil | Släp | Kran |
| Investering exkl däck, kr | 1 588 000 | 484 000 | 450 000 | | 1 700 000 | 550 000 | |
| Avskrivningstid, år | 5 | 8 | 8 | | | | |
| Restvärde, % av investeringen | 15 | 15 | 0 | | | | |
| Service och reparation, % av investeringen | 35 | 35 | 35 | | | | |
| Avskrivning som belastar tidskostnader, % | 25 | 25 | 25 | | | | |
| Investering i däck, kr | 42 000 | 56 000 | | | | | |
| Däckens hållbarhet, km | 120 000 | 150 000 | | | | | |
| Fordonskatt, kr/år | 27 500 | 14 400 | | | | | |
| Kilometerskatt, kr/km | 40 000 | 20 000 | | | | | |
| Försäkringar, kr/år | | | | | | | |
| Bränsleförbrukning kran, liter/lass | | | 4,00 | | | | |
| Transportavstånd, km | 50 | 100 | 150 | | | | |
| Körhastighet, km/tim | 55 | 60 | 65 | | | | |
| Terminaltid, min/lass | 57 | 57 | 57 | | | | |
| Avbrottsstid, min/lass | 5 | 5 | 5 | | | | |
| Bränsleförbrukning, liter/km | 0,60 | 0,58 | 0,53 | | | | |
| Smörjolkostnad, kr/km | 0,10 | 0,10 | 0,10 | | | | |

från en viktökning på 300 kg för att gå från aluminium till stålfälgar på släpet. Kalkylen har gjorts i fordonskalkylprogrammet Transam.

Kalkylen visar på en kostnadsökning på 1,64 kr/ton vid ett transportavstånd på 100 km. En fordonskalkyl med både kostnader samt uppskat-

tade intäkter för en åkare har utförts tillsammans med åkeriägaren Mats Persson, Bjälveruds åkeri, se Bilaga 4.

Miljöpåverkan: Det föreligger ingen direkt miljöeffekt av att använda CTI (Berg 2006). Däremot ger systemet en möjlighet till ökade lastvikter på dåliga

vägar som kan få stora konsekvenser för miljöpåverkan. Negativ miljöpåverkan per tonkm kan halveras i praktiska fall. Slutsatsen från Bergs miljökonsekvensbeskrivning blev att miljön inte kommer att påverkas negativt av CTI. Ju högre användning av ett system och motsvarande ökad lastvikt desto mindre negativ effekt erhålls när det gäller emissioner per transporterad m³ virke. Fullt utnyttjat kan detta innebära en minskning från 100 till 50 µg NO_x per tonkm.

Grupp och kranbilar: Kranbilar som är den dominerande fordonstypen har en klar nytta vid användning av CTI då de används överallt där gruppkörningar är omöjliga, särskilt vid hämtning av små poster efter dåliga vägar.

När det gäller gruppbilar så måste

man tänka på att alla bilar i gruppen utrustas med CTI-system annars kommer den utrustade bilen förstöra nyttan med de utrustade bilarna. Kommer grupperna att köra på dåliga skogsvägar eller på bärighetsnedsatta vägar har man nytta av CTI även på dessa bilar.

Samarbetsformer

Vägverket har under projektet visat ett stort intresse för CTI-tekniken och kommer efter projektets avslutning att införa regler för hur CTI-utrustade fordon kommer att få tillgång till bärighetsnedsatta vägar.

I projektet har de CTI-utrustade fordonen haft möjlighet att få dispenser för att utföra transporter med en totalvikt av 60 ton på vägar som antingen är BK2- eller BK3-klassade eller vägar tillfälligt nedsatta under

tjällossning. De flesta fordonen i projektet har någon gång utnyttjat denna dispensmöjlighet, men det är framför allt de fordon som trafikerat vägarna i Medelpad och Ångermanland som kontinuerligt utnyttjat möjligheten.

Slutsatser

Tabell 18. För- och nackdelar med CTI-teknik.

| Fördelar | Nackdelar |
|--|--|
| Minskade kostnader för lagerhållning | Extra investeringskostnad |
| Minskade kostnader för vägunderhåll | Extra fordonsvikt på 100–120 kg |
| Minskade kostnader vid vägbyggnation | Mer teknik som kan påverka utnyttjandegraden |
| Minskning av skadliga vibrationer för föraren | Förkortad livslängd på fälgar |
| Minskade vibrationer ger minskade kostnader för fordonsunderhåll | |
| Inbyggda punkteringsvarningar | |
| Risken för överhettade däck eliminerad | |
| Fordonet går alltid med rätt tryck i däcken | |
| Förlängd livslängd på drivdäck | |
| Ökad dragkraft | |
| Förbättrad backtagningsförmåga | |
| Bättre framkomlighet på svaga vägar | |

Samlade erfarenheter från studier i Nordamerika och våra egna studier i Sverige samt de praktiska lärdomarna från projektet visar att CTI är en teknik som kommer att ge en ökad tillgänglighet på både det allmänna och det privata vägnätet. Ett ökat utnyttjande av CTI kan underlätta åtkomst av virke under tjällossning samt minska kostnaderna

för transporter på bärighetsnedsatta vägar. Projektresultaten pekar entydigt på att CTI kan implementeras i större skala.

De huvudsakliga för- och nackdelar som framkommit i projektet listas i Tabell 18.

Litteratur

- Arvidsson, P. & Holmgren, M. 1999. Vägstandardens inverkan på skogsnäringens transportarbete och försörjning av högkvalitativa råvaror, Skogforsk Arbetsrapport 433.
- Forsberg, M. 2002. Transmit – driftstatistik och vägstandardens påverkan på bränsleförbrukningen. Skogforsk Arbetsrapport 515.
- Jönsson, A. 2001. Beräkning av skogsnäringens merkostnader till följd av bristande vägstandard, Skogforsk Arbetsrapport 473.
- Löfgren, B. Landström, M. & Nordén, B. 1994. CTI för terrängtransporter i skogsbruket, Skogforsk Resultat nr 25 1994.
- Svenska åkeriförbundet, 2002. Olyckor, incidenter och tillbud med framdäck på tunga lastbilar. SÅ rapport 2002:1.
- Bradley, A. 1996. Trial of a central tire inflation system on thawing forest roads, Feric.
- Bradley, A. 2002. A comparison of soil impacts from oilfield vacuum trucks equipped with Tireboss TPCS and conventional dual drive tires vs. flotation drive tires. Final report. Bradley consulting.
- Bradley, A. 2003. Using optimized truck tire pressures to minimize damage to rural roads: summary of two trials in Saskatchewan. Feric.
- Enström, J. 2005. Lämplig avvägning mellan investering i CTI-teknik och lagerhållning av virke för skogsindustrin. Examensarbete LiTH.
- Granlund, P. & Andersson, G. 1994. Lätta på trycket med CTI. Resultat nr 3 1994.
- Granlund, P. & Andersson, G. 1998. Möt våren med CTI. Skogforsk Redogörelse nr 2 1998.
- Granlund, P. 2004. Lugnare körning och mindre vibrationer med CTI på virkesfordon. Skogforsk Resultat nr 22 2004.
- Granlund, P. & Andersson, G. 1998. CTI on logging trucks improves both mobility and tractive effort. Skogforsk Results nr 2 1998.
- Granlund, P. & Andersson, G. 1998. CTI på virkesfordon ger bättre framkomlighet och större dragkraft. Skogforsk Resultat nr 2 1998.
- Granlund, P., Ersson, B. & Eliasson, T. 1999. Bra affär med CTI på virkesbilen. Skogforsk Resultat 4.
- Granlund, P., Eliasson, T. & Alzubaidi, H. 2005. CTI-Studieresa den 7 september 2005. Skogforsk Arbetsrapport nr 607, 2005.
- Granlund, P. 2005. Bränsleförbrukning och CTI-teknik. Skogforsk Stencil, 2005.
- Greenfield, P. H. 1990. Central tire inflation, The USDA Forest Service Program.
- Johansson S. 2006. Fältförsök med CTI under 2004 och 2005. Roadscanners Sweden AB, 2006.
- Jones, G. & Smith, M. 1991. Central tyre inflation the United States and New Zealand experience, Lira.
- Stadler, L.-G., 2000. Timmerkombinationers stabilitet vid reducerat ringtryck. VTI notat 10–2000.

Referens

- Berg, S. 2006. Miljöeffekter av CTI utrustade lastbilar. Stencil. Skogforsk 2006.
- Bjurulf, A. & Nordmark, U. 1994. Vägstandardens inverkan på skogsindustrins råvara. Stencil. Skogforsk
- Blair, C. W. & Bradley, A. 2005. Demonstration of improved mobility offered by optimized tire pressures for B-train log trucks in Saskatchewan field conditions.
- Bradley, A. 1991. Traction evaluation of a central tire inflation system, Feric.

Personliga kommentarer

- Bradley A. Feric. Pers. komm. 2005.
- Eriksson, J. STRO. Pers. komm. 2006

Bilaga 1a

FÖRSÖKSGRUPP: FERMGRUPPEN I SUNDSVALL AB

Teknisk tillförlitlighet

Ekipaget som var nytt vid monteringen av CTI-systemet har under tiden juni 2003 till februari 2006 rullat 350 000 km. Systemet har på detta ekipage fungerat med ett TU på 99 %. Det har inte varit några större problem med systemet under projektet förutom att man har kunnat konstatera att detaljer i systemet som är tillverkat i aluminium är känsliga för vägsaltet. Anmärkningsvärt på detta fordon är att det inte har bytts kompressor någon gång. Hans Ferm framhåller en udda observation, som är att man med ett CTI-system inte behöver byta glödlampor på fordonet lika frekvent som ett icke CTI-utrustat fordon. Det beror sannolikt på minskade vibrationer.

Utnyttjande

Fordonet har korta transportavstånd och kör mest i trakterna runt Sundsvall, vilket innebär att ca 5–8 lass per dag till industri.

Systemet används vid varje transport vilket betyder att man under en arbetsdag byter tryck i däckerna ca 20–32 ggr. Vid en direkt fråga om systemet verkligen används vid varje

transport, fås svaret; att om han någon gång glömt att byta tryck, så känns det så mycket i komforten att man snabbt ändrar till rätt tryck i däckerna.

Åkeriägarens synpunkter

Hans Ferm var den förste förare som fick ett system monterat i projektet och från att ha varit försiktigt skeptisk i början till att idag tycka att han inte kan vara utan ett CTI-system. Man är i åkeriet nöjd med hur systemet fungerar, men i och med att resten av bilarna i åkeriet är grupp-bilar, så är man tveksam till om man ska utrusta fler i dagsläget. Synpunkter i punktform:

- Mindre antal skärskador i däckerna.
- Jämnare slitagebild på däckerna.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | SCA1 | TIREBOSS™ Tire Pressure Control | | | | |
|--------|----------------------|---------------------------------|-------|---------|-------|-------|
| | | Steer | Drive | Trailer | MAX | MAX |
| NR | INSTÄLLNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID |
| # | BESKRIVNING | | | | | |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 570 | 450 | 500 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 550 | 300 | 300 | 66 | INGEN |
| 3 | DÄLIG GRUSVÄG LASTAD | 770 | 350 | 550 | 60 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 775 | 450 | 650 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 800 | 610 | 780 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 550 | 220 | 400 | 16 | 5 MIN |
| SOMMAR | | | | | | |

- Mindre antal punkteringar.
- Livslängden på däckerna ökar.
- Fälgarna påverkas negativt.
- Aluminiumdetaljer ärgar snabbt.
- Största nyttan är den ökade dragförmågan.
- Risk för att få sämre körningar utan kompensation för detta.
- Vägarna blir bättre vid vår- och höstkörning.

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|---------|----------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|
| Scania | 164 580 | 6 x 4 | 14 700 | 2003 | 315/80R22,5 | 295/80R22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| Kilafors | 6 800 | 2003 | 265/70R19,5 | ROR |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| V-kran | 2003 | Ja |

Bilaga 1b

CARL-ERIK LODINS ÅKERI AB

Teknisk tillförlitlighet

Ekipaget har under tiden oktober 2003 till februari 2006 rullat 300 000 km. Fordonet har haft ett TU på 80 %, framför allt beroende på att den pneumatiska säkerhetsventilen tidigt blev fylld med vatten, vilket gjorde att systemet slutade fungera vid minusgrader. Felet på ventilen tog lång tid att hitta, vilket innebar att systemet under flera månader inte kunde användas. Det har under projekttiden bytts två kompressorer.

Utnyttjande

Under den tid som systemet fungerat tillfredställande har systemet utnyttjats tillfullo. Under den tid som systemet krånglade användes det bara vid körningar där det var nödvändigt t.ex. vid BK2-körning.

Åkeriägarens synpunkter

Åkeriägaren har sett de fördelar som systemet ger, och vill främst framhålla dragkraften och den ökade framkomligheten. Men de krångel som systemet har inneburit med ståtid och verkstadsbesök, tycker han förtar det mesta av fördelarna med systemet. Föraren framhöll främst den ökade komforten.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | | I Andersson - SCA2 | | TIREBOSS™ Tire Pressure Control | | | |
|--------|----------------------|--------------------|-------|---------------------------------|-------|-------|--|
| NR | INSTÄLLNING | Steer | Drive | Trailer | MAX | MAX | |
| # | BESKRIVNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID | |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 570 | 450 | 500 | INGEN | INGEN | |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 550 | 300 | 350 | 66 | INGEN | |
| 3 | DÅLIG GRUSVÄG LASTAD | 770 | 400 | 550 | 50 | INGEN | |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 775 | 450 | 650 | 66 | INGEN | |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 800 | 600 | 780 | INGEN | INGEN | |
| 6 | NÖDTRYCK | 550 | 220 | 400 | 16 | 5 MIN | |
| SOMMAR | | | | | | | |

Synpunkter i punktform:

- Ser ingen skillnad i antal punkteringar.
- Livslängden på fälgarna förkortas.
- Krångel med systemet kan ge skador på däcken.
- Man lagar vägen med bilen.
- Bättre dragkraft främst vintertid.
- Komfortmässigt stor förbättring.

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|--------|----------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|
| Scania | 164580 | 6 x 4 | 14600 | 2001 | 315/80R22,5 | 315/80R22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| Parator | 6500 | 2003 | 265/70R19,5 | ROR |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| Loglift | 2001 | Ja |

Bilaga 1c

CARL-ERIK LODINS ÅKERI AB

Teknisk tillförlitlighet

CTI-systemet har under tiden januari 2004 till februari 2006 rullat 370 000 km. Efter 270 000 km flyttades systemet över till en ny dragbil och har sedan rullat 100 000 km. På den gamla bilen byttes kompressorn två gånger och på den nya har den bytts en gång, men då p.g.a. ett tillverkningsfel. TU har på denna bil varit 98%.

Utnyttjande

Korta transportavstånd har betytt att systemet används kontinuerligt under dagen.

Åkeriägarens synpunkter

Åkare och förare är nöjda med systemet och kommer att behålla det efter projektets avslut. Nyinvestering är intressant, men beror på förhandling med uppdragsgivaren. Synpunkter i punktform:

- Mindre antal punkteringar.
- Stor förbättring av komforten.
- Bättre dragkraft främst vid halka.
- Fordonet gör inga spår utan ger en klar förbättring av framkomligheten.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | Lodin - V3 | TIREBOSS™ Tire Pressure Control | | | | |
|--------|----------------------------|---------------------------------|-------|---------|-------|-------|
| | | Steer | Drive | Trailer | MAX | MAX |
| NR # | INSTÄLLNING BESKRIVNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 570 | 450 | 500 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 550 | 300 | 350 | 66 | INGEN |
| 3 | DÄLIG GRUSVÄG LASTAD | 770 | 400 | 550 | 50 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 775 | 450 | 650 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 800 | 600 | 780 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 550 | 220 | 400 | 16 | 5 MIN |
| SOMMAR | | | | | | |

- Navkåporna ärgar.
- Systemet har fungerat otroligt bra.
- Har inte haft något problem med vatten i systemet.

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|------|----------|----------|-----------|---------------------------|----------------------------|
| Volvo | FH16 | 6 x 4 | 14 000 | 2004 | 315/80R22,5 | 315/80R22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| Kilafors | 8000 | 1999 | 265/70R19,5 | BPW |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| Loglift | 2004 | Ja |

Bilaga 1d

ARBRÅ ÅKERI AB

Teknisk tillförlitlighet

Ekipaget har under tiden oktober 2003 till februari 2006 rullat 350 000 km. Förarna tycker att fyllnadstiderna på fordonet kanske är lite väl långa. Efter 130 000 km byttes kompressorn och efter det har problemen uteblivit med denna. Man såg under våren 2005 att navkåporna på släpet blivit hårt ansatta av vägsalt. Under projektiden har ekipaget haft ett TU på 100 %.

Åkeriägaren och chaufförens synpunkter

Intervjun av synpunkterna på detta fordon gjordes med Olle Olsson delägare i åkeriet samt chauffören Sven Jansson. Bägge dessa personer har kört bilen i praktisk drift. Systemet används vid varje lass, oavsett var man hämtar virket. Detta för att man tycker att bilens lugnare gång ger en mycket bättre förarkomfort. Man framhåller även den ökade dragkraften som man tycker är till stor nytta, framförallt vintertid. Att bilen är skonsammare mot vägarna har man sett vid ett flertal tillfällen. Synpunkter i punktform:

- Problem med navkåporna som ärgas av vägsaltet.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | Arbrå - ST1 | TIREBOSS™ Tire Pressure Control | | | | |
|--------|----------------------|---------------------------------|-------|---------|-------|-------|
| NR | INSTÄLLNING | Steer | Drive | Trailer | MAX | MAX |
| # | BESKRIVNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 550 | 505 | 500 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 400 | 355 | 350 | 66 | INGEN |
| 3 | DÅLIG GRUSVÄG LASTAD | 500 | 405 | 480 | 50 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 600 | 455 | 550 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 740 | 695 | 700 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 450 | 225 | 300 | 16 | 5 MIN |
| SOMMAR | | | | | | |

- Kommunikationsradion störs i vissa fall av CTI-systemets kontrollenhet.
- Längre livslängd på drivdäcken.
- Gör nytta för dragkraft, framkomlighet och komfort.
- Mindre antal punkteringar.
- Går att köra med mindre punkteringar.
- Systemet kommer att sitta kvar efter projektet.
- Investering på åkeriets andra bil intressant om man får mer betalt.

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|---------|----------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|
| Scania | 164 480 | 6 x 4 | 15 000 | 2003 | 385/65R22,5 | 295/80R22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| Parator | 8 000 | 1999 | 275/70R22,5 | BPW |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| Jonsered | 1999 | Ja |

Bilaga 1e

NYHAMMARS ÅKERI AB

Teknisk tillförlitlighet

Åkeriet körde först från november 2003 till april 2005, 230 000 km på sin gamla bil. Våren 2005 köpte man Scania demobil där CTI-systemet började användas i november 2005. Sedan har man kört 90 000 km med detta system. På den nya bilen har man haft

ett TU på 100% och på den gamla ligger TU på 93%, främst för att man fick vänta på ett nytt kretskort i två veckor.

Utnyttjande

Systemet används vid varje byte av vägförhållanden.

Åkeriägarens synpunkter

Både åkeriägare och chaufför är mycket nöjda med hur systemet fungerar och framhåller att dragkraftsförmågan har räddat dem i flera svåra situationer från fastkörning och backtagning i halka. Synpunkter i kortform:

- Bästa nyttan är dragförmågan och framkomligheten.
- Mjukare körning.
- Kan inte se några stora nackdelar.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | Nyhammar | TIREBOSS™ Tire Pressure Control | | | | |
|--------|----------------------------|---------------------------------|-------|---------|-------|-------|
| | | Steer | Drive | Trailer | MAX | MAX |
| NR # | INSTÄLLNING BESKRIVNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 600 | 538 | 552 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 500 | 379 | 352 | 66 | INGEN |
| 3 | DÄLIG GRUSVÄG LASTAD | 750 | 400 | 552 | 50 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 772 | 427 | 648 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 820 | 717 | 890 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 552 | 221 | 400 | 14 | 5 MIN |
| SOMMAR | | | | | | |

- Ger inte mer punkteringar och däckexplosioner har upphört att förekomma.
- Fördel att man kan fortsätta köra vid pypunktering.
- Betydligt mindre däckslitage.

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|------|----------|----------|-----------|---------------------------|----------------------------|
| Scania | R580 | 6 x 4 | 14900 | 2004 | 315/80R22,5 | 315/80R22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| MST | 6 800 | 2004 | 265/70R19,5 | BPW |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| Jonsered | 2003 | Ja |

Bilaga 1f

GE-CE ÅKERI AB

Teknisk tillförlitlighet

Systemet monterades på ekipaget i november 2003 och redan i början fick man ett flertal kompressorhaverier. Vid ett av de första haverierna så spreds en bränd olja i luftsystemet som koksade igen i stort sett alla slags ventiler i systemet. Problemet som uppstod av dessa kompressorhaverier fortsatte i stort sett tills åkeriet efter 330 000 km bytte till en ny bil. Efter bytet har i stort sett alla problem försvunnit t.ex. så har ingen kompressor bytts efter bilbytet. Släpet har dock fortsatt att krångla. Släpet skiljer sig från alla andra släp som har medverkat i projektet, genom att det är luftfjädrat samt att det har SAF-axlar. Efter bytet av bil har man kört 220 000 km och sammanlagt med systemet 550 000 km. Fordonet är det som rullat allra mest i projektet genom att det går i treskift och endast står 24 h på helgen. TU skiljer sig mellan bilen som har 85 % och släpet som endast har 50 %.

Utnyttjande

Att systemet krånglat en hel del har gjort att man till största delen endast använt det i nödfall och vid transporter på bärighetsnedsatta vägar.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | Ge-Ce - ST3 | TIREBOSS™ Tire Pressure Control | | | | |
|--------|----------------------------|---------------------------------|-------|---------|-------|-------|
| | | Steer | Drive | Trailer | MAX | MAX |
| NR # | INSTÄLLNING BESKRIVNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 600 | 540 | 550 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 550 | 380 | 350 | 66 | INGEN |
| 3 | DÄLIG GRUSVÄG LASTAD | 770 | 400 | 550 | 50 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 775 | 430 | 650 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 890 | 720 | 890 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 550 | 220 | 400 | 16 | 5 MIN |
| SOMMAR | | | | | | |

Åkeriägarens synpunkter

Trots att systemet krånglade väldigt mycket i början av projektet är föraren väldigt nöjd med den nytta man får av den ökade dragkraften. Efter projektets slut så är det troliga att CTI-systemet demonteras på släpet, men att man behåller det på bilen. Synpunkter i punktform:

- Dragkraften är ett stort plus.
- Lufttorken måste bytas fyra gånger så ofta som tidigare.
- Vibrationsnivån minskar på riktigt dåligt underlag.
- Släpet har krånglat för mycket för att någon utvärdering av framkomligheten kan göras.

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|------|----------|----------|-----------|---------------------------|----------------------------|
| Volvo | FH16 | 6 x 4 | 11 700 | 2005 | 385/65–22,5 | 315/80–22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| MST | 6 700 | 2002 | 265/65–19,5 | SAF |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| Loglift | 2003 | Nej, 2 900 |

Bilaga 1g

BJÄLVERUDS ÅKERI AB

Teknisk tillförlitlighet

Ekipaget har under tiden november 2003 till februari 2006 rullat 350 000 km. Systemet har under denna tid inte haft några stora problem och har ett TU på 98 %.

Utnyttjande

Systemet används till 100 % vid varje transport. Både åkeriägare och anställd chaufför säger att den ökade komfort man får med sänkt tryck, gör att det genast märks om man glömmet att sänka trycket vid övergång till antingen sämre väg eller kör olastad.

Åkeriägarens synpunkter

Mats Persson, åkeriägaren är mycket nöjd med hur systemet har fungerat och vill framförallt framhålla att systemet gett en mycket bättre arbetsmiljö för föraren av fordonet. Mats har för att ge sina förare en bättre arbetsmiljö även gjort en egen investering i ett system till en andra bil. Synpunkter i punktform:

- Stabiliteten i fordonet har blivit bättre.
- Mindre antal punkteringar.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | | TIREBOSS™ | | | Tire Pressure Control | |
|-------|----------------------|-----------|-------|---------|-----------------------|-------|
| NR | Bjälverud - ST4 | Steer | Drive | Trailer | MAX | MAX |
| # | BESKRIVNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 570 | 550 | 500 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 550 | 400 | 350 | 66 | INGEN |
| 3 | DÅLIG GRUSVÄG LASTAD | 600 | 350 | 500 | 30 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 650 | 420 | 650 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 830 | 650 | 780 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 550 | 220 | 400 | 16 | 5 MIN |
| VÅR | | | | | | |

- Tror att underhållskostnaden på fordonet blir lägre.
- Framkomligheten över förväntan, vägen blir ofta bättre.
- Komforten en av de största fördelarna.
- Släpvagnen går mycket mjukare.
- Behöver inte byta lika mycket glödlampor som tidigare.
- Oerhörd nytta av dragkraften.
- Använder systemet lika mycket på vintern.

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|---------|----------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|
| Scania | 124 470 | 6 x 4 | 11 700 | 2001 | 315/65–22,5 | 295/80–22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| Parator | 7 400 | 2003 | 265/65–19,5 | BPW |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| V-kran | 1999 | Nej, 3250 |

Bilaga 1h

BERT OLSSONS ÅKERI AB

Teknisk tillförlitlighet

CTI-systemet har under tiden februari 2004 till februari 2006 rullat sammanlagt 450 000 km. I maj 2005 krockskadades bilen och fick bytas. Den nya bilen kom åter i drift i augusti och har sedan bytet rullat 93 000 km. Den tekniska utnyttjandegraden av CTI-systemet har under projektiden legat på ca 99%.

Under våren 2005 observerades att det kommit in vatten i navkåporna på släpet. Detta åtgärdades på ett enkelt sätt genom att avluftningshålet i navkåpan tätades. Ett tiotal slangar till däck har bytts ut. En kompressor har bytts på den gamla bilen.

Utnyttjande

Systemet har använts främst vid körning olastad på dåliga vägar p.g.a. den ökade komforten, men även vid körning lastad på sämre vägar. Fordonet har under projektiden inte utnyttjat någon dispens på BK2 eller under tjällossning.

Åkeriägarens synpunkter

Både åkeriägare och chaufför är nöjda med hur systemet fungerat och säger att systemet kommer att sitta kvar efter

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | Olssons - V2 | TIREBOSS™ Tire Pressure Control | | | | |
|--------|----------------------|---------------------------------|-------|---------|-------|-------|
| | | Steer | Drive | Trailer | MAX | MAX |
| NR | INSTÄLLNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID |
| # | BESKRIVNING | | | | | |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 550 | 450 | 500 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 400 | 300 | 350 | 66 | INGEN |
| 3 | DÄLIG GRUSVÄG LASTAD | 500 | 400 | 550 | 50 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 600 | 450 | 650 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 740 | 600 | 780 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 450 | 220 | 400 | 16 | #REF! |
| SOMMAR | | | | | | |

att projektet är klart. Åkeriet kommer inte själv att ta en investeringskostnad. Främsta skälet är att man anser att de vägar som normalt sett körs på inte är tillräckligt dåliga. Synpunkter i kortform:

- Nyttja när det är halt och slirigt.
- Komforten blir bättre.

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|------|----------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|
| Vovlo | FH16 | 6 x 4 | 11 335 | 2005 | 385/65-22,5 | 295/80-22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| Parator | 8 000 | 2003 | 265/70R-19,5 | BPW |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| Jonsered | 2004 | Nej, 2 900 |

Bilaga 1i

SÖDRA SKOGSÄGARNA ÅKERI

Teknisk tillförlitlighet

Ekipaget har under tiden november 2003 till februari 2006 rullat 375 000 km. Det har inte varit några större reparationer på systemet. Ett TU på 98 % är man nöjd med. Ingen kompressor har bytts på ekipaget.

Utnyttjande

Systemet har under projektiden använts vid varje last.

Åkeriägarens synpunkter

Man är nöjda med hur systemet fungerat under projektiden och tycker att det är driftsäkert, men ser möjligheter till förbättringar främst vad gäller systemets tålighet mot vägsalt. Systemet kommer att sitta kvar efter projektiden. Synpunkter i punktform:

- Mindre antal punkteringar.
- Mindre antal stenar fastnar mellan däcken.
- Det fastnar mer vassa stenar i drivdäcken.
- Slangarna mellan däcken klarar inte saltet.
- Navkåporna angräps av saltet.
- Det tar längre tid att byta däck.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | Södra - V1 | TIREBOSS Tire Pressure Control | | | | |
|--------|----------------------|--------------------------------|------|------|-------|-------|
| | | STYR | DRIV | SLÄP | MAX | MAX |
| NR | INSTÄLLNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID |
| # | BESKRIVNING | | | | | |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 570 | 450 | 500 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 550 | 300 | 350 | 66 | INGEN |
| 3 | DÄLIG GRUSVÄG LASTAD | 770 | 400 | 550 | 50 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 775 | 450 | 650 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 800 | 600 | 780 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 550 | 220 | 400 | 16 | 5 MIN |
| SOMMAR | | | | | | |

- Dragförmågan blir bättre.
- Jämnt däckslitage.
- Ökad komfort märks vid tomkörning.
- Ingen skillnad på bränsleförbrukningen.
- Tveksam till nyttan på långa transportavstånd.

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|------|----------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|
| Vovlo | FH12 | 6 x 4 | 14 600 | 2003 | 315/80–22,5 | 315/80–22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| Kilafors | 7 700 | 2001 | 265/70–19,5 | BPW |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| Loglift | 2003 | Ja |

Bilaga 1j

WIKLANDERS ÅKERI AB

Teknisk tillförlitlighet

Ekipaget har från mars 2004 till februari 2006 rullat 342 000 km. En del småreparationer där man fick vänta på reservdelar har inneburit ett TU på 94%. Ingen kompressor har bytts ut.

Utnyttjande

Fordonet har ofta använts vid körning på BK2-vägar. Den besparing som gjorts vid dessa körningar innebar att investeringskostnaden kördes in redan första sommaren som systemet användes.

Åkeriägarens synpunkter

Systemet kommer efter projektiden att sitta kvar. Synpunkter i punktform:

- Normalt antal punkteringar.
- Pyspunktering går det att köra med.
- Jämnt slitage på däck.
- Stor skillnad på framkomligheten.
- Komforten är mycket bättre.
- Lite bättre med dragkraften.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG NR # | Wiklander - V4 INSTÄLLNING BESKRIVNING | TIREBOSS™ Tire Pressure Control | | | | |
|------------------|--|---------------------------------|--------------|----------------|-------------|------------|
| | | Steer kPa | Drive kPa | Trailer kPa | MAX km/h | MAX TID |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 570 | 450 | 500 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 550 | 300 | 350 | 66 | INGEN |
| 3 | DÄLIG GRUSVÄG LASTAD | 770 | 400 | 550 | 50 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 775 | 450 | 650 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 800 | 600 | 780 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 550 | 220 | 400 | 16 | 5 MIN |
| SOMMAR | | | | | | |

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|------|----------|----------|-----------|---------------------------|----------------------------|
| Vovlo | FH16 | 6 x 4 | 15 500 | 2002 | 315/80R22,5 | 315/80R22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| Parator | 7 500 | 2001 | 265/70R19,5 | BPW |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| Loglift | 2002 | Ja |

Bilaga 1I

HÄRGESTAMS ÅKERI AB

Teknisk tillförlitlighet

Ekipaget har under tiden februari 2005 till februari 2006 rullat 200 000 km med CTI-systemet. Systemet har fungerat bra och har ett TU på 99 %.

Utnyttjande

Bilen fick tidigt ett förtroende från Vägverket region norr och har kört mycket på bärighetsnedsatta vägar.

Åkeriägarens synpunkter

Man är från åkeriet mycket nöjd med hur systemet fungerat och då framför allt med den ökade dragkraften. Systemet har även räddat tre axlar på släpet genom att man snabbt fått en punkteringsvarning när lagren på axlarna skurit. Man kommer att behålla systemet efter projektet har avslutats. Synpunkter i punktform:

- Längre livslängd på däcken.
- Alltid rätt tryck i däcken.
- Grym nytta på drivningen.
- Kört väldigt mycket på nedsatta vägar.
- Bra framkomlighet.
- Bra komfort.

Figur 1. Trycksättningsnivåer

| BOLAG | SCA-V6 | TIREBOSS™ Tire Pressure Control | | | | |
|--------|----------------------|---------------------------------|-------|---------|-------|-------|
| | | Steer | Drive | Trailer | MAX | MAX |
| NR | INSTALLNING | kPa | kPa | kPa | km/h | TID |
| # | BESKRIVNING | | | | | |
| 1 | LANDSVÄG OLASTAD | 552 | 503 | 503 | INGEN | INGEN |
| 2 | GRUSVÄG OLASTAD | 400 | 352 | 352 | 66 | INGEN |
| 3 | DÅLIG GRUSVÄG LASTAD | 503 | 407 | 483 | 50 | INGEN |
| 4 | GRUSVÄG LASTAD | 600 | 455 | 552 | 66 | INGEN |
| 5 | LANDSVÄG LASTAD | 738 | 695 | 738 | INGEN | INGEN |
| 6 | NÖDTRYCK | 448 | 228 | 303 | 16 | 5 MIN |
| SOMMAR | | | | | | |

Tabell 1. Fordonsdata.

| Fabrikat | Typ | Drivning | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension styraxel | Däckdimension drivaxlar |
|----------|------|----------|----------|-----------|------------------------|-------------------------|
| Vovlo | FH12 | 6 x 4 | 11 340 | 2005 | 385/65R22,5 | 295/80R22,5 |

Tabell 2. Släpdata.

| Fabrikat | Taravikt | Årsmodell | Däckdimension | Axlar |
|----------|----------|-----------|---------------|-------|
| Björna | 7 000 | 2001 | 275/70R22,5 | BPW |

Tabell 3. Krandata.

| Fabrikat | Årsmodell | Fast monterad |
|----------|-----------|---------------|
| Epsilon | 2005 | Nej, 3 000 |

Bilaga 2

FAQ, VANLIGT FÖREKOMMANDE FRÅGOR

Går inte däcken sönder när ni kör på för lågt tryck?

Däcken går inte på för lågt tryck utan körs hela tiden på rätt tryck i förhållande till hastighet och last.

Hur lång tid tar det att fylla luft i däcken?

Vid övergången mellan en grusbelagd väg och en asfalterad finns ett kritiskt moment. Att fylla däcken tar från 8 till 15 minuter beroende på kompressorns prestanda. Däcktillverkarna rekommenderar att denna fyllnad skall utföras på en tid under 20 min för att inte däcken skall ta skada på grund av värmeutveckling.

Måste man ha speciella däck?

Nej, de tryck som används är anpassade efter däcktillverkarens rekommendationer vad gäller last och hastighet.

Jag har sett att det är utvändiga slangar, får man verkligen ha det?

Ja, de utvändiga slangar som endast används på drivna axlar går under samma direktiv som backspeglar.

Måste man sätta in en extra kompressor?

Om man har en kompressor med tillräcklig kapacitet så behövs ej detta. Men har man en kompressor och torkare med liten kapacitet så kan

en extra kompressor vara en lösning. En fördel med en extra kompressor blir att CTI-systemet och bromssystemet blir separata.

Bilaga 3

UPPFÖLJNING AV TVÅ FORDON

I Värmland finns två ekipage som ingår i projektet, båda transporterar virke för Stora Enso Skog. Åkerierna är Bjälveruds Åkeri AB i Sunne och GE-CE Åkeri AB i Munkfors.

Stora Enso Skog har följt upp nyttan av dessa ekipage under tjällossningsperioden våren 2005. Här återges denna uppföljning som har dokumenterats av Anders Örtendahl, Stora Enso Skog.

Genomförande

CTI-bilarna ingick i den vanliga planeringen. Utöver denna fanns en instruktion att allt virke de kunde komma åt med hjälp av CTI-systemet var OK. att köra in. Ambitionen var att dessa bilar skulle kunna köra för fullt, medan andra bilar vissa veckor bara fick kvoter på ner mot 60 % av full körning p.g.a. av brist på tillgängligt virke. Kravet var då alltså att dessa extravolymer endast skulle vara åtkomliga för en CTI-utrustad bil. För transport på avstängda allmänna grusvägar fanns en central instruktion från Vägverket att CTI-utrustade virkesbilar får köra när de vill, bara de inte kör sönder vägen. De i studien ingående bilarna har i huvudsak kört på vägar tillhörande driftsområdena Torsby och Hagfors. Entreprenör för båda dessa områden är Vägverket Produktion. En transport på avstängd allmän väg skulle dock alltid meddelas väghållaren. Bjälveruds

Åkeri skötte mycket av traktvalen själv. Kontakt med väghållare för allmän väg sköttes dock av transportledaren. Kontakt med enskilda och privata väghållare skedde antingen direkt från åkeriet eller med hjälp av virkesköparen.

För GE-CEs del skedde traktvalen helt utefter transportledarens direktiv. Ett problem vid detta förfarande var att veta om vägen verkligen skulle hålla för transport. Viss hjälp fick vi här från Torsby distrikt som besiktade några vägar. Transportledaren besiktade även några vägar. I övriga fall skedde traktvalen utifrån en teoretisk vetenskap om vägens beskaffenhet. Ett exempel på detta kan vara att vägen legat solexponerad och därför borde ha torkat upp mer än andra jämförbara vägar.

Kontakt med statlig väghållare sköttes av transportledaren. Förutom avstängda allmänna vägar var det bara egna eller samfälligheter där Stora Enso sitter med som användes. Den 23:e maj förflyttades GE-CEs bil till det stormdrabbade området i södra Sverige. Därför anges volymerna för dem mellan 1 april och 22 maj. För Bjälveruds Åkeri anges volymerna för perioden 1 april t.o.m. 30 maj.

Resultat

Tabell 3 visar volymer inmätta på industri mellan 050401–050522 där CTI-systemet använts. För GE-CEs del inleddes perioden med att ”lunna” fram virke till farbar väg från två trakter. Sammanlagt ”lunnades”

1 119 m³fub fram. Tabell 1 visar den totala transporterade volymen under perioden respektive volymen körd med CTI-systemet, med den ”lunnade” volymen inräknad. Andelen transporterat virke där CTI-systemet var avgörande för framkomligheten var 48 % (Bjälverud) respektive 93 % (GE-CE).

Av volymen transporterad med CTI-systemet transporterades 33–49 % på avstängd allmän väg och resten på enskild/privat väg (Tabell 2).

Diskussion

GE-CE Åkeri AB: Perioden inleddes, som beskrivet ovan, med att ”lunna”

Tabell 1. Transporterade volymer (m³fub).

| Total transporterad volym | |
|--------------------------------------|-------|
| – GE-CE | 6 291 |
| – Bjälverud | 4 506 |
| Volym transporterad med CTI-systemet | |
| – GE-CE | 5 856 |
| – Bjälverud | 2 170 |

Tabell 2. Volym transporterad på allmänna respektive enskilda/privata vägar (m³fub).

| Volym transporterad på allmän väg | |
|---|-------|
| – GE-CE | 1 936 |
| – Bjälverud | 1 063 |
| Volym transporterad på avstängd, enskild eller privat väg | |
| – GE-CE | 3 920 |
| – Bjälverud | 1 107 |

Tabell 3. CTI-volymer körda av GE-CE och Bjälverud.

| | TTN | TTK | GTN | GTK | GTS | BMB | GM | LM | RÖT | Totalt |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|--------|
| GE-CE | 428 | 179 | 902 | 64 | – | 2160 | 740 | 235 | 29 | 4737 |
| Bjälverud | 70 | 103 | 486 | 176 | 13 | 158 | 941 | 223 | – | 2 170 |

fram virke ca 12 km på en avstängd allmän väg från trakten Sorsanberg. Virket låg på en egen skogsbilväg, men denna var så pass stark att det gick att backa sig fram till virket. Dock förstärktes vägen med tre gruslass, som kördes dit en morgon då det var fruset. Det var tall- och klenlimmer som ”lunnades” fram. Hela den ”framlunnade” volymen på 1 119 m³fub transporterades vidare av andra bilar. Detta hjälpte i hög grad upp beläggningen för dessa.

Grusning skedde även på trakterna Grantjärn och Nästorp. På Grantjärn skedde en ganska omfattande grusning. Vägen var bitvis väldigt sönderkörd av skogsmaskinerna. Volymen redovisad i Tabell 1 för Grantjärn är ändå bedömd som en CTI-volym. Om motsvarande volym körts bort på vanliga bilar skulle det ha gått åt ännu mera grus. På Nästorp lades två gruslass på under morgnar med frost.

Som framgår av Tabell 1 användes GE-CEs bil i mycket stor utsträckning till körning av virke som bara var tillgängligt med CTI. Avverkningen var ganska omfattande under våren i deras normala ansvarsområde, och pågick dessutom på flera ställen en bit in i april. Ganska mycket virke blev instängt när tjällossningen började. Det var därför inte så svårt att hitta lämpliga objekt.

Tillstånd från väghållare på det allmänna vägnätet erhöles från driftområdet Hagfors som en generell dispens och sedan meddelades att transport skett i efterhand. Trakten Sorsanberg ligger i Dalarnas län, driftområde Malung, och för transport därifrån erhöles ett muntligt tillstånd att transport tilläts så länge vägen höll.

GE-CE råkade ut för en fastkörning där draghjälp behövdes för att komma

loss. Detta berodde på att vägen var mycket sönderkörd av skotare.

Bjälveruds Åkeri AB: Företaget skötte det mesta av traktvalen själv. Åkeriet verkar i ett område med ganska stor köpandel och har stor lokalkännedom. Allt virke som körts från lokala köp under perioden har inte varit på, i strikt mening, avstängd väg. Åkeriet har dock bedömt att transport ej varit möjlig utan CTI-systemet.

Från Bergvik Skog kördes i huvudsak från två olika trakter, Stjärnstjärn och V. Rämmestorp. Stjärnstjärn ligger längs en vägsamfällighet där tillstånd erhöles från vägansvarig. V. Rämmestorp ligger längs väg 946 inom driftområdet Torsby. Tillstånd att köra på vägen erhöles och Bjälveruds Åkeri körde ca två lass per dag från med start den 13 april.

Bjälveruds Åkeri har en lägre andel, 48 %, CTI-volym än GE-CE. Detta beror i huvudsak på följande:

- Det fanns två stora tjälsäkra trakter på Bjälveruds område. Det fanns även en del ”lunnat” grantimmer.
- Det mesta av virket avverkats under vintern kördes bort innan tjällossningen startade.

Det sistnämnda innebar att Bjälveruds Åkeri fick köra av det tjälsäkra virket för att hålla igång ekipaget. Att Bjälverud har en lägre totalt transporterad volym än GE-CE kan delvis förklaras med att Bjälverud har ytterligare bilar som kör för andra befraktare. En av dessa är anpassad för Norgetransport. Under perioden kördes ca 1 200 m³fub till Norge med denna bil med Stora Enso som befraktare. Motsvarande volym borde ha körts för andra befraktare med CTI-bilen. Sammantaget

tyckte Bjälveruds Åkeri att det varit för lite CTI-transport under tjällossningsperioden. Avverkningen på Bjälveruds ordinarie område var under mars månad inte så omfattande, därför hann man köra undan virket innan tjällossningen. Så här i efterhand verkar det vettigt att man skulle ha sparat någon trakt för att användas som CTI-projekt under tjällossningen.

På trakten V. Rämmestorp fanns dock mer virke att köra än vad som skedde.

Även om det på Bjälveruds område inte fanns så mycket virke som blev ”instängt” p.g.a. tjällossningen, är det ändå något som är vanligt förekommande. En lösning är att ”lunna” fram virket till farbar bilväg innan tjällossningen sätter igång. Annars riskerar virket (timmersortiment) att bli förstört.

En annan lösning kunde vara att en CTI-bil kör undan virket under tjällossningen. Så skedde för GE-CE:s del på trakten Sorsanberg på sortimenten tall- och klenlimmer. I och för sig blev lösningen i detta fall att ”lunna” fram virket för vidaretransport till sågverken på andra bilar. Detta för att snabbt få ut virket och att hjälpa upp beläggningen för övriga bilar.

CTI-systemet minskar marktrycket för fordonet med upp till 26 %. I början av tjällossningsperioden när vägen börjar tina uppifrån, men fortfarande är frusen, blir vägen väldigt lös och framkomligheten mycket dålig. Detta p.g.a. av att det tinade vattnet inte rinner undan i så stor utsträckning. Under denna period, (ca 2 veckor) är det väldigt svårt att köra på vägen, även om bilen är CTI-utrustad. Detta gäller speciellt för skogsbilväg.

Allmän väg, som det regelbundet körs på, håller betydligt bättre än en

