

FFI

FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

IQFleet - Intelligent styrning av fordon och flottor



Författare: Anders Johansson

Datum: 2014-02-27

Delprogram: Transporteffektivitet

Innehåll

1. Sammanfattning.....	3
2. Bakgrund	5
3. Syfte.....	6
4. Genomförande.....	7
5. Resultat	8
6. Spridning och publicering.....	10
6.1 Allmänna publikationer.....	10
6.1 Publikationer inom transportbranschen.....	10
6.3 Akademiska publikationer	10
7. Slutsatser och fortsatt forskning.....	12
8. Deltagande parter och kontaktpersoner	13

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på www.vinnova.se/ffi

1. Sammanfattning

Projektet IQFleet syftar till att bidra till ett mer uthålligt transportsystem genom att minska energiförbrukning och CO₂-utsläpp för tunga godstransporter på väg. Syftet uppnås dels genom att utveckla metoder för ökad användning av data för optimering av transporter och dels genom att utvärdera konceptet fordonståg (platooning) i verkliga trafikförhållanden.

Inom ramen för projektet har metoder för långtids- (inför transport) och korttidsprediktion (under pågående transport) av trafik designats. Metoderna har applicerats på sträckan mellan Södertälje och Stockholm baserat på fordondata från Scania lastbilar. Resultaten visar att realtidsdata från lastbilarna kan förbättra prediktionen av restid jämfört med att enbart använda historisk data.

För att ytterligare förstå hur fordonståg fungerar i transportsystemet som helhet har metoder och simuleringsplattformar utvecklats där samspel med omgivande trafik samt optimering av hastighet för olika fordon kan utvärderas (exempelvis för koordinering av fordon till fordonståg)

Projektet har genomfört storskaliga prov av konceptet fordonståg i verkliga trafikförhållanden. Avståndet mellan fordonen har i huvudsak varit 2 sekunder (44 meter i 80km/h). Utvärderingen har statistiskt kunna fastställa en effekt på 4-6% minskad energiåtgång vid körning i fordonståg¹, för följande fordon.

Omfattande studier av förarupplevelsen har också bidragit till viktig kunskap om förutsättningarna för en lyckad implementering av konceptet fordonståg i verkliga trafikförhållanden både med avseende på förarna i ett fordonståg och omgivande trafik. Fältförsöken inom IQFleet har inneburit att föraryrket förvandlats från en individuell arbetsuppgift till mer av en gruppuppgift, på gott och ont. Chaufförerna är inte särskilt positiva till detta men har blivit alltmer positiva vartefter försöket fortskridit. Intervjuer och enkäter har kunnat identifiera ett antal för- och nackdelar med detta, samt ett antal faktorer som kommer var avgörande för att ett system för fordonståg skall accepteras av förarna. Utmaningarna för kolonnkörning från ett förarperspektiv är att ta fram ett system som är och upplevs säkert, pålitligt och bränslebesparande.

Projektet har väl infriat målsättningen att stärka samverkan mellan industri och akademi inom strategiska områden för såväl industri som akademi. Den ökade kontakten har redan resulterat i andra gemensamma initiativ mellan industri och akademi, bland annat genom nystartade projekt delfinansierat av EU:s ramprogram. Industrin har också genom projektet fått möjlighet att förmedla framtida kompetensbehov till akademien.

¹ Vid körning på plan väg i 80km/h med fordonsvikt 30-45 ton.

FFI

FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

2. Bakgrund

Tillsammans med snabb ekonomisk tillväxt och motsvarande ökad efterfrågan på transporter ökar energiförbrukningen och utsläppen av växthusgaser i världen. Transporterna har bidragit med en stor del av ökningen av energianvändningen under de senaste tio åren, och väntas tillväxten fortsätta stadigt år från år.

Två stora utmaningar för samhället är därför att åstadkomma en minskning av CO₂-utsläppen och samtidigt att möjliggöra mobilitet för personer och gods i befintlig infrastruktur. Ökad användning av data från olika källor för att prediktera restider och optimera transporter är ett område som kan bidra till att nå de målen. Möjligheterna att optimera transporter ökar i flera aspekter när man känner till information kring transportsystemet som helhet. En av dessa möjligheter består i att samordna lastbilar till fordonståg, som visat sig kunna minska energiförbrukning och utsläpp, samtidigt som det kan leda till mer effektiv användning av infrastruktur. Forskning de senaste åren har visat på stor potential, men den potentialen har inte tidigare verifierats i större skala. Det fanns därför ett stort behov av ytterligare kunskap kring de energibesparande effekterna av körning i fordonståg. Minst lika viktigt dock, var att samla kunskap kring hur körningen i fordonståg upplevs av lastbilsförarna, samt hur fordonstågen påverkar omgivande trafik.

3. Syfte

Projektet IQFleet syftar till att bidra till ett mer uthålligt transportsystem genom att minska bränsleförbrukning och CO₂-utsläpp för tunga godstransporter på väg. Syftet uppnås dels genom att utveckla metoder för ökad användning av data för optimering av transporter och dels genom att utvärdera konceptet fordonståg i verkliga trafikförhållanden.

Projektet skall ge kunskap kring utmaningar och möjligheter med att kombinera heterogen data från olika datakällor för att prediktera restider och baserat på dessa optimera styrningen av fordonsflottor och fordonståg.

Genom storskaliga test av konceptet fordonståg i verkliga trafikförhållanden skall projektet bidra med ny kunskap kring effekterna av fordonståg med avseende på energiförbrukning och utsläpp. Försöken kommer också ge kunskap kring förarnas upplevelse av körningen i fordonståg samt hur man upplever att fordonstågen påverkar omgivande trafik.

Projektet skall också skapa förutsättningar för att kunna simulera effekterna från fordonståg i olika trafiksituationer samt hur man bäst styr fordon och fordonståg för att minimera energiförbrukningen.

4. Genomförande

Projektet genomfördes under perioden juli 2011-december 2013. Projektet genomfördes som ett samarbete mellan Scania, KTH och VTI.

Scania genomförde tillsammans med Scania transportlaboratorium omfattande försök med körning i fordonståg under perioden maj 2012- december 2013. Totalt har 130 olika förare och 43 olika fordon kört totalt 70 000 timmar (eller ca 8 år) i platoon med 2-5 fordon under projekttiden. Försöken genomfördes på E4:an mellan Södertälje och Helsingborg. I huvudsak kördes fordonstågen med avstånd mellan fordonen på 2 sekunder. För att kunna göra en rättvisande analys av energibesparingseffekten från körning i fordonståg registrerades under försöken andra påverkande faktorer så som hastighet, fordonsvikt, väglutning, temperatur och vindriktning mm.

Parallellt med dessa försök ansvarade VTI för utvärdering av förarnas upplevelse av konceptet. Totalt genomfördes tre omgångar intervjuer och enkäter. Det första tillfället var redan innan förarna hade någon erfarenhet av att köra i fordonståg, det andra kort tid efter de hade börjat köra i fordonståg och tredje tillfället i slutet av fältförsöket. Det första intervjutillfället syftade dels till att studera förarnas initiala attityd till konceptet och dels för att utreda om de hade några specifika invändningar, framförallt säkerhetsrelaterade, som behövde hanteras innan själva fälttestet började. Det andra tillfället var efter ett par månaders körning då förarna hade fått viss erfarenhet av att arbeta i grupp samt att åka i fordonståg. Intervjuerna under den andra intervjuomgången syftade dels till att undersöka om det fanns några säkerhetsrelaterade problem som behövde hanteras men också hur de upplevde att arbeta på detta sätt och om det fanns några tekniska eller organisatoriska hinder som kunde undanröjas. Det tredje och sista intervjutillfället gjordes någon månad innan projektet avslutades och syftade till att studera chaufförernas erfarenheter och attityd efter en längre tids erfarenhet av att köra i fordonståg.

KTH har ansvarat för handledningen av 3 doktorander och deras forskningsarbete kring integrering av trafikinformation från olika datakällor samt simuleringsplattformar för utvärdering fordonståg och optimering av dess hastighetsprofiler och samspel med omgivande trafik.

5. Resultat

IQFleet har genom utvärderingen av fordonståg i verkliga trafikförhållanden, statistiskt kunna fastställa en effekt på 4-6% minskad energiåtgång för följande fordon vid körning i fordonståg² med 2 sekunders tidslucka mellan fordonen.

IQFleet har givit nya insikter kring förarnas upplevelse av körning i fordonståg. Fältförsöken inom IQFleet har inneburit att föraryrket förvandlats från en individuell arbetsuppgift till mer av en gruppuppgift, på gott och ont. Chaufförerna är inte särskilt positiva till detta men har blivit alltmer positiva vartefter försöket fortskridit. Fördelar som de ser med att köra på detta sätt är att de har sällskap på vägen och att de kan få hjälp om något händer. En hel del tycker dessutom att det är ganska bekvämt att köra på detta sätt. Nackdelar med detta är att de blir beroende av andra vilket inte alltid uppskattas då lastbilschaufför traditionellt anses vara ett fritt yrke. Man ansåg att tekniken inte alltid körde fordonen på det sätt som de ansåg var det rätta då systemet inte varit optimerat för att undvika dragspelseffekter i kuperad terräng. Man var även orolig för vad som hände om tekniken inte fungerade. Många hade observerat att de blev en aning passiva och funderade på om de hade tillräcklig bromsberedskap om det skulle behövas. Utmaningarna för konceptet fordonståg från ett förarperspektiv är att ta fram ett system som är och upplevs säkert, pålitligt och bränslebesparande. Det kommer att finnas en skepsis mot systemets säkerhet som troligtvis minskar med erfarenhet (under förutsättning att systemet är säkert). Det är också viktigt att jobba med kommunikation och gränssnitt så att förarna upplever att de har koll på läget och förstår vad systemet gör samt vad som händer framför och bakom kolonnen. Det är också av intresse att underlätta kommunikation mellan förare inom fordonståget.

IQFleet har starkt bidragit till att säkra Sverige konkurrenskraft inom fordonsindustrin genom att stärka samverkan mellan industri (Scania), Akademi (KTH) och institut (VTI). Projektet skapade helt avgörande förutsättningar för att Scania och KTH nyligen kunnat starta samarbetsprojektet COMPANION³, delfinansierat av EU:s ramprogram. COMPANION-projektet löper under 3 års tid och kommer ytterligare stärka samarbetet mellan Scania, KTH och övriga internationella parter i projektet.

Genom projektresultatet bidrar projektet också till följande specifika mål inom transporteffektivitetsprogrammet:

- **Reduktion av CO2 för godstransporter.** Projektet har kunnat verifiera de energibesparande effekterna av körning i fordonståg samtidigt som kunskap samlats in kring hur funktionaliteten för fordonståg kan utvecklas vidare.
- **Ökad andel fordon i fordonsflottan som är ”uppkopplade”.** Genom den verifierade potentialen för energibesparing kan fordonståg bli en applikation för uppkopplade fordon som starkt driver penetrationen av fordon utrustade med fordonskommunikation.

² Vid körning på plan väg i 80km/h med fordonsvikt 30-45 ton.

³ COMPANION – inom projektet utvecklas ett kooperativt system för koordinering av fordonståg

- **Ökad trafikkapacitet i befintliga strukturer.** fordonståg kan möjliggöra förbättrade flöden i täta trafiksituationer vilket ökar kapaciteten i befintlig infrastruktur. Därtill kan initiativ som påbörjats inom ramen för IQFleet för att dela information kring framkomlighet mm ytterligare bidra till effektivare utnyttjande av infrastrukturen. Detta kan också leda till minskade transporttider genom att trafikstörningar undviks och förebyggs.
- **Ökad systemsyn.** Projektet har bidragit till en ökad systemsyn genom att betrakta fordon som del av ett fordonståg samt fordonståget som del av transportsystemet som helhet. Kunskapen inhämtad i IQFleet ledde fram till inriktningen på projektet COMPANION med mycket starkt fokus på samverkan i transportsystemet för att nå effekter som inte går att nå då man enbart betraktar enskilda transporter.
- **Ökad trafiksäkerhet.** Genom funktionalitet för fordonståg får föraren stöd i att undvika olyckor genom att bromsa fordonet tidigare än en förare kan klara av. Projektet har starkt bidragit till att öka kunskapen kring körning i fordonståg och hur förare upplever att den påverkar trafiksäkerheten för fordonen i fordonståget samt omgivande trafik.
- **Nya affärsmöjligheter skapade.** Genom den verifierade potentialen för energibesparing har fordonståg visats vara en affärsmöjlighet för såväl fordonstillverkare som andra aktörer.

6. Spridning och publicering

Projektet har aktivt jobbat med att sprida information kring projektet till allmänheten, samt inom branschen och akademien.

6.1 Allmänna publikationer

Wallner J., Långtradare i konvoj testas, Dagens Nyheter 2011-10-05
Åhgren G., Lastbilar på Autopilot, Sveriges television, Rapport 2011-10-24
Pank P, Ten-lorry convoys could save lives and protect the planet, The Times 2013-10-07
Augustsson T., Datorstyre tar över i trafiken, Svenska Dagbladet 2011-10-14
Schmidt B., Der Sattlezug kann's allein, Frankfurter Allgemeine Zeitung 2013-10-08
Wallner J., De lyckades halvera koldioxidutsläppen, Dagens Nyheter 2013-10-12
Henriksson D., Förarlös framtid på landsvägen, Göteborgsposten 2012-11-24
Hedberg M., Minskade avstånd när fordon kan prata, Länstidningen Södertälje 2012-11-07

6.1 Publikationer inom transportbranschen

Tångring J., Snart: ny avståndshållare testas på svenska vägar,
Elektroniktidningen web 2011-10-26
http://www.etn.se/index.php?option=com_content&view=article&id=55132
Smith J., Datorstyrda lastbilar ska öka säkerheten, På väg web 2012-05-18
<http://www.pavag.nu/8/nyheter/artiklar/2012-05-18-datorstyrda-lastbilar-ska-oka-sakerheten.html>
Fahlgren M., Vägtåg, Logistikmagasinet, (DB Schenkers tidning) 2012-juni,
Jenelius, E., Rahmani, M. and Koutsopoulos, H.N., Restidsfördelningar på rutter från floating car-data. Presentation at Transportforum, Linköping, Sweden, January 8-9 2014.
Ma, X. and Deng, Q, Simulation of truck platoon and operations. Presentation at Transportforum, Linköping, Sweden, January 8-9 2014.

6.3 Akademiska publikationer

Deng Q. and Ma X. (2014) A fast local speed planning algorithm for truck platoons, the 20th IFAC world congress, submitted.

Jenelius E. and Koutsopoulos H.N. (2013) Travel time estimation for urban road networks using low frequency probe vehicle data. Transportation Research Part B 53, 64-81.

Jenelius E., Rahmani M. and Koutsopoulos H.N. (2012) Travel time estimation for urban road networks using low frequency GPS probes. Transportation Research Board 91st Annual Meeting Compendium of Papers #12-3159.

- Jenelius E. and Koutsopoulos H.N. (2012) Time-based vs. distance-based sampling in probe vehicle data: Implications for travel time estimation. Proceedings of the 17th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, pp. 185-192.
- Larson J., Kammer C., Liang K.-Y., Johansson K.H.(2013) Coordinated Route Optimization for Heavy-duty Vehicle Platoons. In 16th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC). Hague, Netherlands, October 2013.
- Larson J., Liang K.-Y., Johansson K.H.(2013) A Distributed Framework for Coordinated Heavy-duty Vehicle Platooning. In IEEE Intelligent Transportation Systems Transactions, Special Issue. Invited paper. Submitted.
- Liang K.-Y., Mårtensson J. and Johansson K.H. (2013) When is it Fuel Efficient for a Heavy Duty Vehicle to Catch Up with a Platoon? In 7th IFAC Symposium on Advances in Automotive Control (AAC). Tokyo, Japan, September 2013.
- Liang K.-Y., Mårtensson J., Johansson K.H.(2014) Platooning Fuel-Saving Potentials through Sparse Heavy-Duty Vehicle Position Data. In 2014 IEEE Intelligent Vehicle Symposium (IV'14). Dearborn, Michigan, USA, June 2014. Submitted.
- Ma X. (2013) A real-time travel time prediction algorithm based on AVI data, Journal of Intelligent Transportation Systems, submitted.
- Ma X. (2013) Towards intelligent fleet management: local optimal speed for fuel and emissions. Proceedings of the 16th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013).
- Ma X. and Deng. Q. (2013) Fuel-optimal speed planning for platooning operations in fleet management. Transportation Research Part C, submitted.
- Ma X, and Rahmani M., (2014) Towards an AVI-based real-time traffic information system and its cloud implementation, European ITS Congress, submitted.
- Rahmani M., Jenelius E. and Koutsopoulos H.N. (2013) Route travel time estimation using low-frequency floating car data. Proceedings of the 16th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013), pp. 2292-2297.
- Rahmani M. and Koutsopoulos H.N. (2013) Path inference from sparse floating car data for urban networks. Transportation Research Part C 30, 41-54.

7. Slutsatser och fortsatt forskning

För många kommande fordonssystem i allmänhet och förarstödsystem i synnerhet kommer storskaliga tester i verkliga trafikförhållanden vara avgörande för att kunna avgöra systemens effekter på såväl bränsleförbrukning som påverkan på förare och annan trafik. Projektet har bidragit med mycket ny kunskap kring möjligheter och utmaningar med den typen av test. En slutsats från arbetet är också att denna typ av storskaliga test med fördel också kompletteras med möjligheter att simulera till exempel förarstödsystem och deras inverkan på transportsystemet. Kombinationen av dessa båda angreppssätt anses vara avgörande för framgångsrik forskning och implementering av nya koncept i framtiden.

Resultaten från de storskaliga testerna visar att fordonståg minskar bränsleförbrukningen och utsläppen även i verkliga trafikförhållanden även med en algoritm för styrning av fordonståget som inte är optimerad för minimal bränsleförbrukning vid körning i ett fordonståg. Givet det resultatet bör fortsatt forskning kring optimerad styrning av fordonståg prioriteras högt. Utmaningarna med avseende på förarnas acceptans för konceptet innebär också ett behov av ytterligare forskning kring vilka egenskaper hos ett framtida system för fordonståg som är avgörande för att systemet skall få bred acceptans hos förarna.

Projektet har också kunnat påvisa potentialen för att förbättra estimering av restid och koordinering av fordonståg genom användning av realtidsdata från lastbilar. Detta motiverar fortsatt forskning för att ytterligare förbättra modeller för såväl korttids som långtidsprediktering av restid, som kombinerar historisk data med realtidsdata från heterogena källor.

Genom projektet har konceptet fordonståg befästs som ett forskningsområde med stor relevans för fordonsindustrin i Sverige. Det fortsatta behovet av forskning inom området har understrukits både för industri och akademi. Detta har resulterat i att samtliga ingående parter nu fortsätter med aktiviteter relaterade till konceptet. Ett exempel på dessa aktiviteter är det nystartade europeiska projektet COMPANION där ett kooperativt system för koordinering av fordonståg utvecklas bland annat av Scania och KTH.

FFI

FORDONSSTRATEGISK
FORSKNING OCH INNOVATION

8. Deltagande parter och kontaktpersoner



Scania CV AB

Anders Johansson

anders_w.johansson@scania.com

vti

Sveriges väg- och transportforskningsinstitut

Magnus Hjalmdahl

magnus.hjalmdahl@vti.se



Kungliga tekniska högskolan

Jonas Mårtensson

jonas1@kth.se