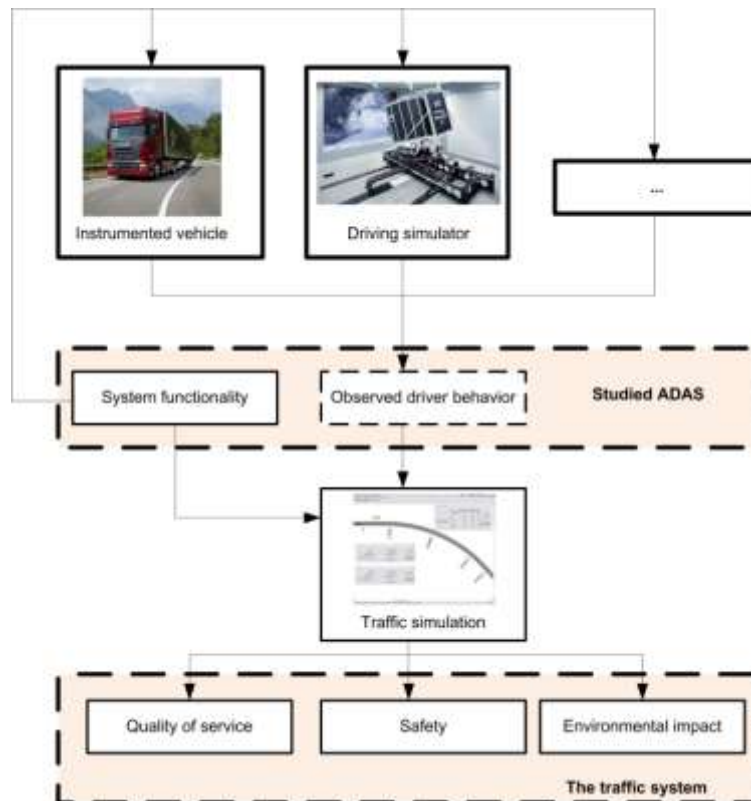


# DEPEND – Development of Evaluation and research Platform for ENvironmental Driver support



Författare: Linus Bredberg, Johan Olstam

Datum: 2015-01-30

Delprogram: Transporteffektivitet

## Innehåll

<b>1. Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Syfte</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Genomförande</b> .....	<b>5</b>
<b>5. Resultat</b> .....	<b>6</b>
5.1 Bidrag till FFI-mål .....	8
<b>6. Spridning och publicering</b> .....	<b>10</b>
6.1 Kunskaps- och resultatspridning .....	10
6.2 Publikationer .....	10
<b>7. Slutsatser och fortsatt forskning</b> .....	<b>11</b>
<b>8. Deltagande parter och kontaktpersoner</b> .....	<b>11</b>

### 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](http://www.vinnova.se/ffi)

## 1. Sammanfattning

Det övergripande syftet med projektet var att skapa en utvärderingsplattform för miljörelaterade förarstöd. Detta genom att kombinera verktyg och modeller för utvärdering av förarbeteende (kör simulatorer, fältförsök, intervjuer, fokusgrupper), utvärdering av framkomlighet i trafiksystemet (trafiksimulering) och utvärdering av miljöpåverkan (bränsle- och emissionsmodeller). Den utvecklade plattformen har utvärderats genom att den använts för att utvärdera ett förarstöd för bränslesnål körning.

Projektet har varit ett samarbete mellan Scania CV AB, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI) samt avdelningen för Kommunikations- och transportsystem vid Linköpings universitet (LiU). Projektet har bidragit till kunskap inom

- Integration av fordonsmodeller och förarstöd i trafiksimuleringsmodeller
- Hur trafiksimuleringsmodeller kan utformas och anpassas för att kunna ta hänsyn till miljörelaterade förarstöd och de förarbeteendeförändringar som dessa kan tänkas ge upphov till
- Hur trafiksimuleringsmodeller kan utformas och utvecklas för att generera körförlopp som kan användas i bränsle- och emissionsmodeller
- Hur kör simulatorer, fältprov, trafiksimuleringsmodeller tillsammans med bränsle- och emissionsmodeller kan användas i forsknings- och utvärderingsprocessen av miljörelaterade förarstöd

Projektet har dels resulterat i ett ramverk för att kombinera simuleringsmodeller av förarbeteende, förarstöd, drivlina och trafik och dels i en utvärdering av ett specifikt förarstöd som syftar till att minimera bränsleförbrukning för tunga fordon. Det utvecklade ramverket för att kombinera trafiksimuleringsmodeller och simuleringsmodeller för förarstöd, drivlina, fordonsdynamik har dessutom vidareutvecklats och används även i EU-projektet ecoDriver ([www.ecodriver-project.eu](http://www.ecodriver-project.eu)).

## 2. Bakgrund

Utvecklingen av fordonsintegrerade förarstöd har hittills fokuserat till stor del på trafiksäkerhetsrelaterade system. Under senare år har dock utvecklingen av intelligenta miljörelaterade förarstöd tagit fart. Effekten av sådana system har dock historiskt sett utvärderats enbart på den aktuella fordonsindivid. Exempelvis kan frågeställningen bestå i hur mycket ett specifikt förarstöd minskar bränsleförbrukning och utsläpp i förhållande till motsvarande fordon utan förarstödet i fråga. Det är dock viktigt att även ta hänsyn till förarstödet effekter på trafiksystemet som helhet för att minska suboptimering. Det är exempelvis inte önskvärt att beteendet hos ett individuellt fordon fortplantar sig på ett negativt sätt till övriga fordon i trafiksystemet med högre bränsleförbrukning som följd. Om utvecklingen av förarstödet istället genom tidiga trafiksimuleringar kan beakta dessa aspekter kan positiva effekter ur både miljö-, ekonomi- och föraracceptansperspektiv erhållas. Det är därför viktigt att tidigt kunna bedöma vilken potential och påverkan ett nytt förarstöd har.

## 3. Syfte

Syftet med det föreslagna projektet har varit att utveckla en forsknings- och utvärderingsplattform för miljörelaterade förarstöd. Traditionella trafiksimuleringsbaserade utvärderingsmetoder har utvecklats genom att koppla samman modeller och verktyg för förarbeteendestudier, trafiksimulering samt bränsleförbrukning och emissioner. Forsknings- och utvecklingsplattformen har sedan använts för att utvärdera potentialen hos ett miljörelaterat förarstöd som, utifrån information om topologi framför fordonet, anpassar hastigheten ur ett bränslebesparingsperspektiv. De viktigaste forskningsfrågorna, som även finns beskrivet i projektbeskrivningen, var:

- Hur ska trafiksimuleringsmodeller utformas och utvecklas för att kunna ta hänsyn till miljörelaterade förarstöd och de förarbeteendeförändringar som dessa kan tänkas ge upphov till?
- Hur ska trafiksimuleringsmodeller utformas och utvecklas för att generera körförlopp som kan användas i bränsle- och emissionsmodeller?
- Hur kan körsimulatorer, fältprov, trafiksimuleringsmodeller tillsammans med bränsle- och emissionsmodeller användas i forsknings- och utvärderingsprocessen av miljörelaterade förarstöd?
- Vilken potential och acceptans har fordonsintegrerade miljörelaterade förarstöd som aktivt strävar efter att sänka bränsleförbrukningen?

## 4. Genomförande

Projektet har delvis genomförts i form av forskarstudier med handledning av och i samarbete mellan forskare vid Linköpings universitet, VTI och Scania. Projektet bestod av två arbetspaket som delvis har utförts parallellt:

1. Utveckling av forsknings- och utvärderingsplattform
2. Test och validering av forsknings- och utvärderingsplattform

Arbetspaket 1 bestod av följande moment:

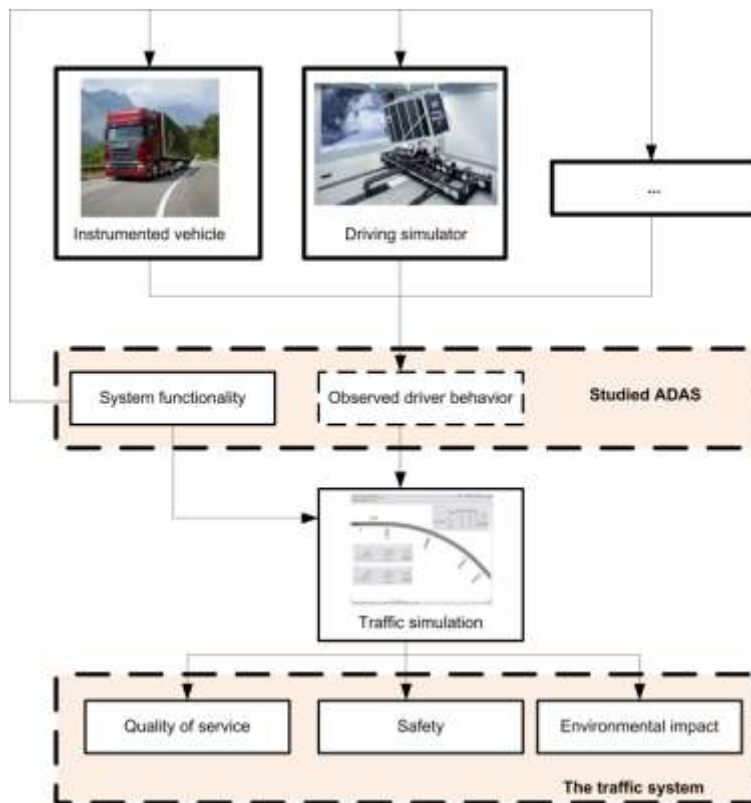
- Utveckling av metod för att koppla samman en trafiksimuleringsmodell med en modell för beräkning av bränsleförbrukning och emissioner.
- Vidareutveckling av simuleringsmodellen för att tillgodose leverans av tillräckligt detaljerade körförlopp till bränsle- och emissionsmodellen.
- Vidareutveckling av simuleringsmodellen för att kunna ta hänsyn till de förarbeteendeförändringar som förarstöd kan tänkas ge upphov till.
- Realisering av valideringsobjekt i form av miljörelaterat förarstöd

Arbetspaket 2 bestod av följande moment:

- Implementering av valideringsobjekt i trafiksimuleringsmodell, körsimulator och instrumenterad testplattform.
- Planering och genomförande av körsimulatorförsök.
- Planering och genomförande av trafiksimuleringsstudier, bränsle-, energi- och emissionsberäkningar. Detta inkluderade även test av olika införandegrader för att se i vilken omfattning effekterna på trafiksystemnivå påverkas av hur många fordon som är utrustade med förarstödet.
- Validering av körsimulatorförsök genom fältförsök.
- Utvärdering av den framtagna utvärderings- och forskningsplattformen

## 5. Resultat

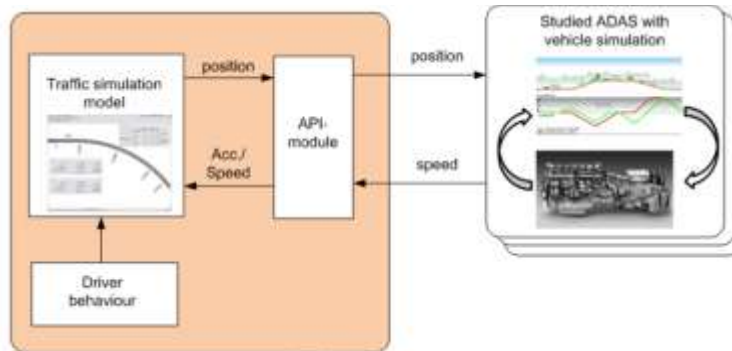
Projektets huvudresultat är det ramverk som utvecklats för att utvärdera effekter av miljörelaterade förarstöd på såväl individ som trafiksystemnivå. Figur 1 ger en översikt över ramverket. Förarstödetets funktionalitet behöver dels integreras/implementeras i det verktyg som används för att studera enskilda förarens beteende, t.ex. en körsimulator eller ett instrumenterat test fordon, och dels i den trafiksimuleringsmodell som används för att studera förarstödetets effekt på trafiksystemet. Baserat på studier i en körsimulator och/eller instrumenterade testfordon utvecklas en förarmodell som modellerar förarnas interaktion med förarstödet, exempelvis när förarna slår av/på förarstödet, eventuella förändringar i hastighetsval eller omkörningsbeteende.



Figur 1 Översikt över ramverket för utvärdering av miljörelaterade förarstöd

I detta projekt ligger fokus på miljörelaterade förarstöd vilka vanligtvis inkluderar beräkningar av bränsleförbrukning. Dessa bränsleförbrukningsberäkningar kräver att även fordonets drivlina simuleras. Figur 2 visar hur förarstödet och fordonssimulering kan integreras med en trafiksimuleringsmodell. I projektet har konceptet testats genom att förarstödet Look Ahead Cruise Control (LACC) som är en bränsleminimerande farthållare integrerats med trafiksimuleringsmodellerna Aimsun och Vissim. Fördelarna med konceptet är dels att förarstödetets funktionalitet inte behöver förenklas utan samma implementation som används i fordonssimuleringsmodeller eller i

verkliga fordon kan integreras med trafiksimuleringsmodeller. Den andra fördelen är att förarstödet detaljer kan hållas konfidentiella genom att implementationen av förarstödet behålls i en ”black box”, här i form av en DLL (Dynamic Linked Library). DLL har kopplats till trafiksimuleringsmodellerna genom deras Application Program Interface (API). I varje tidssteg i trafiksimuleringen används den utvecklade förarmodellen för att modellera om föraren vill slå av/på farthållaren. De enskilda fordonens position hämtas från trafiksimuleringsmodellen via dess API och skickas vidare till fordonssimuleringsmodellen. Fordonssimuleringsmodellen uppdaterar fordonets hastighet beroende på om farthållaren är aktiverad eller inte. Slutligen återkopplas den resulterande hastigheten och acceleration till trafiksimuleringsmodellen.

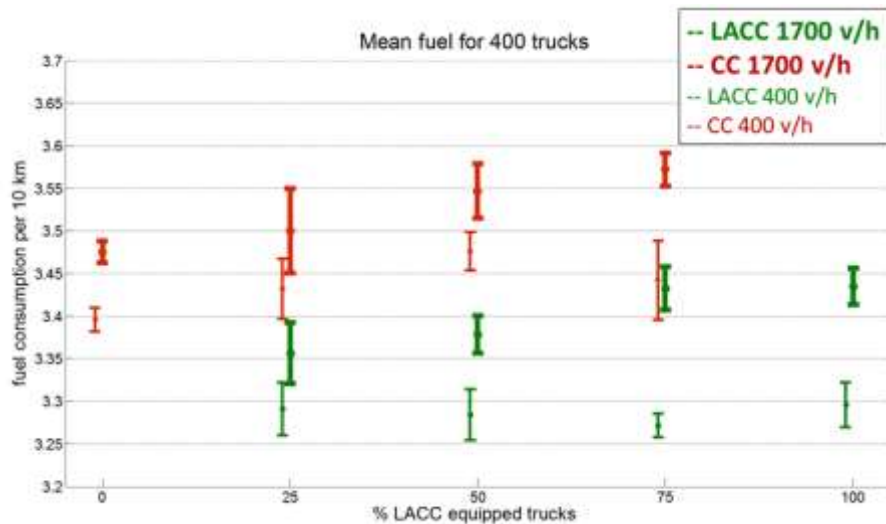


Figur 2 Schematisk bild över gränssnittet för sammankopplingen av en trafiksimuleringsmodell och en förarstöds- och fordonssimuleringsmodell.

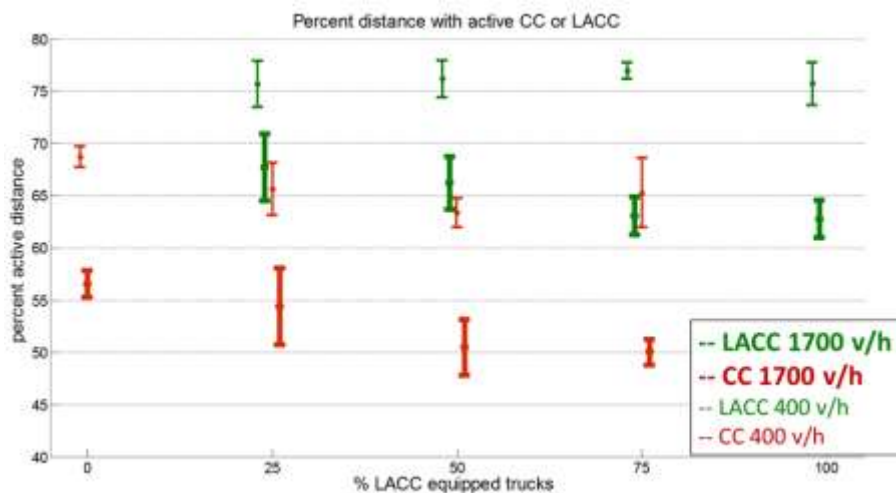
Förarmodellen utvecklades baserat på körsimulatorförsök, test med instrumenterade fordon samt en fokusgruppsstudie med förarna från fältförsöket. Huvudresultaten från körsimulatorförsök, fältförsök och fokusgruppsstudie kan sammanfattas som

- Körning med LACC ger en minskad bränsleförbrukning
- Körning med LACC ger en något minskad genomsnittlig reshastighet / ökad restid
- Minskningen i bränsleförbrukning är större än minskningen i bränsleförbrukning på grund av den lägre reshastigheten
- Ökningen i restid påverkar inte förarnas val av set-hastighet för farthållaren, dvs. de kompenserar inte den ökade restiden med LACC jämfört med vanlig farthållare genom att öka set-hastigheten
- Förarna avaktiverar inte LACC mer än en vanlig farthållare utan snarare tvärtom
- Förarna avaktiverar LACC när de kommer ikapp ett långsammare fordon och omkörning inte är möjlig eller önskvärd.
- Förarna använder LACC när så är möjligt, dvs. när trafikflödet inte är för högt
- I samband med omkörningssituationer händer det att förarna avaktiverar LACC genom att accelerera för att undvika omkörningen tar allt för lång tid.

Baserat på detta utvecklades en förarmodell som implementerades i trafiksimuleringsmodellen VISSIM med hjälp av dess API. För att testa utvärderingsplattformen och för att undersöka om LACCs effekt beror på andel utrustade fordon, trafikflöde, etc. genomfördes trafiksimuleringsanalyser av ett antal olika fall. I Figur 3 och Figur 4 visas exempel på bränsleförbrukning och andel sträcka med farthållaren aktiverad för olika penetrationsgrader och två olika trafikflöden för simuleringar av en tvåfilig motorväg. Figurerna visar tydligt att bränsleförbrukningen för LACC fordon är lägre än för fordon med enbart vanlig farthållare (CC). Ett ökat flöde ger en minskning i hur ofta förarna kan använda farthållarna och därmed en ökning i bränsleförbrukning. Detta beror på att det ökade flödet gör att förarna oftare blir hindrade och därmed måste avaktivera farthållaren.



Figur 3 Genomsnittlig bränsleförbrukning per 10 km för förare/fordon med vanlig farthållare (CC) och bränsleminimerande farthållare (LACC). Två olika flödesnivåer och 5 olika fördelningar mellan andel LACC och CC utrustade fordon har studerats.





## 5.1 Bidrag till FFI-mål

- Projektet bidrar till att uppfylla de för Transporteffektiv-programmet uppställda målen om minskade emissioner, reduktion av CO<sub>2</sub>, ökad konkurrenskraft för svensk fordonsindustri, ökat samarbete med andra nationella forskningsprogram och ökad kompetens inom området.
- Projektet ligger i linje med programstrategin för FFI – Transporteffektivitet, t.ex. så bidrar projektet med
  - ”en fungerande och etablerad transportövergripande arena där berörd industri, myndigheter, institut och akademi utvecklar nya samverkansformer (bl.a. rörande behovsanalys, värdering av utvecklingspotential, metoder, analyser, lösningar, fältprov och införande av lösningar).” (s 7 i Programbeskrivning för Transporteffektivitet, 2009)
- Projektet anknyter till två av de centrala forskningsområden med stor utvecklingspotential som presenteras i programbeskrivningen, nämligen:
  - ”Transportbehovsanalys och simuleringsmodeller för effektivare framtagning och utvärdering av nya transportkoncept” och
  - ”Utveckla förarens roll och förbättra arbetsmiljön i framtida transportsystem”
- Projektet bidrar till den svenska fordonsindustrins möjlighet att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad produktion i Sverige. Detta i form av ökade möjligheter till utvärdering av förarstödssystem som på sikt leder till förbättrade kunskaper vid utveckling av nya system.
- Projektet medverkar till en fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige genom att skapa bättre förutsättningar för utveckling av miljörelaterade förarstöd.
- Projektet genomför industriellt relevanta utvecklingsåtgärder i form av utveckling av verifieringsplattform för förarstöd som har till syfte att minska trafikens miljöpåverkan.
- Projektet leder till industriell teknik- och kompetensutveckling genom ökad förståelse för förarens behov och kognitionsförmåga.
- Projektet bidrar till tryggad sysselsättning genom att skapa utvecklingstillfällen för framtida förarstöd.
- Projektet medverkar till att konkreta produktionsförbättringar görs i form av bättre verktyg för utvärderingsprocessen av förarstödssystem och att fordonsindustrin för bättre verktyg för att tidigt i utvecklingsprocessen utvärdera vilka system som har störst potential.
- Projektet har interagerat med de innovations och samverkansmiljöer inom körsimulatorer och människa-system-interaktion (HMI)-forskning som byggts upp inom kompetenscentrumet ViP samt kring trafikanalys och trafikmodellering i samverkan med Centre for Traffic Research (CTR).
- Projektet verkar för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i framtida industriella tillämpningar..

## 6. Spridning och publicering

### 6.1 Kunskaps- och resultat spridning

Vilka förändringskrafter i projektets omvärld kan påskynda spridningen av projektresultaten? Kopplingar till andra interna/externa projekt som kan påskynda introduktion eller ge större genomslag?

Projektresultaten har spridits genom presentationer vid ett antal nationella och internationella konferenser

- “Development of Evaluation and research Platform for ENvironmental Driver support”, PhD conference ITN, Norrköping, 2012
- “Development of Evaluation and research Platform for ENvironmental Driver support”, CTR Stockholm 2013
- “An evaluation of Environmental Driver Support System using interacted traffic and vehicle simulation”, IEEE Haag 2013
- “Evaluation of an Environmental Driver Support System using interacted traffic and vehicle simulation”, PhD conference ITN Norrköping, 2013
- “An evaluation of an Environmental Driver Support System using interacted traffic and vehicle simulation”, NKT October Göteborg 2013
- “Driving behavior model in a simulation based evaluation approach for Advanced Driver Assistance Systems”, Transport Forum 2014
- “Driving behavior model in a simulation based evaluation approach for Look Ahead Cruise Control”, NKT October Norrköping 2014
- “Driving behavior model in a simulation based evaluation approach for look ahead cruise control”, Transport Forum 2015

Dessutom har spridning av projektet genomförts i form av en artikel med titeln ”Plattform ska effektivisera utvärdering av miljörelaterade förarstöd” i VTI aktuellt nr 2 2011.

### 6.2 Publikationer

Hjälmdahl, M och P. Henriksson, 2012, Utvärdering av användarnas upplevelse av LACC, arbetsrapport, VTI, Linköping

Olstam, J. och R. Elyasi-Pour (2013). “Combining traffic and vehicle simulation for enhanced evaluations of powertrain related ADAS for trucks”, In proceedings of IEEE-ITSC 2013, 7th October 2013 through 9 October 2013, Hague.

## 7. Slutsatser och fortsatt forskning

I detta projekt har en utvärderingsplattform för miljörelaterade förarstöd utvecklats. Plattformen har testats och verifierats genom att den tillämpats för utvärdering av en bränsleminimerande farthållare. Genom att kombinera verktyg för studier av enskilt förarbeteende, trafiksystem och miljöeffekter har det varit möjligt att studera ett specifikt förarstöds inverkan på såväl individ- som trafiksystemnivå. Plattformen har redan använts för ytterligare utvärdering av andra stödsystem för bränslesnålkörning i projektet ecoDriver ([www.ecodriver-project.eu](http://www.ecodriver-project.eu)).

Då ursprungssyftet med fordonssimuleringsmodeller inte är att kopplas samman med trafiksimuleringsmodeller har flera förenklingar behövt göras i samband med integreringen av fordon/förarstödssimuleringsmodellen och trafiksimuleringsmodellen. Gränssnittet mellan dessa typer av simuleringsmodeller skulle behöva standardiseras ytterligare för att underlätta sammankopplingen av andra trafiksimuleringsmodeller och fordonssimuleringsmodeller.

Att använda data från fältförsök för att utveckla förarmodeller för trafiksimulering visade sig svårare än väntat. Det största hindret är att viktig information om trafiksituationen runt omkring det instrumenterade fordonet saknas. Via radar går det att samla in information om fordonet framför och eventuellt snett framför och bakom. Denna information är dock inte alltid tillräcklig för att förklara varför en förare agerar på ett visst sätt. Denna data finns tillgänglig från försök i körsimulatorer. Där är istället problemet att de omgivande fordonen simuleras enligt datamodeller och beroende på hur körsimuleringen utformas finns risk att fel situationer studeras eller att resultatet beror på simuleringen av omgivande fordon. Det finns således ett behov av att vidareutveckla och säkerställa validiteten i simuleringen av omgivande fordon i körsimulatorer samt att utveckla bättre metoder att samla in data kring omkringliggande fordon vid fältförsök.

## 8. Deltagande parter och kontaktpersoner

Scania CV AB  
Linus Bredberg  
[linus.bredberg@scania.com](mailto:linus.bredberg@scania.com)

VTI  
Johan Olstam  
[johan.olstam@vti.se](mailto:johan.olstam@vti.se)

Linköpings universitet  
Jan Lundgren  
[jan.lundgren@liu.se](mailto:jan.lundgren@liu.se)



FFI

FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION

FFI

FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION

Adress: FFI/VINNOVA, 101 58 STOCKHOLM  
Besöksadress: VINNOVA, Mäster Samuelsgatan 56, 101 58 STOCKHOLM  
Telefon: 08 - 473 30 00