

# DiaGuide 2

## Metodik och verktyg för modellbaserad guidad fjärr- och verkstadsdiagnostik

Publik rapport



Författare: Jonas Biteus, Scania CV AB

Datum: 2018-04-25

Projekt inom Effektiva och uppkopplade transportsystem - FFI

**FFI** Fordonsstrategisk  
Forskning och  
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

# Innehållsförteckning

<b>1 Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Executive summary in English.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Bakgrund.....</b>	<b>4</b>
3.1 Felsökning av tunga vägbundna fordon .....	4
<b>4 Syfte, forskningsfrågor och metod .....</b>	<b>5</b>
<b>5 Mål .....</b>	<b>5</b>
<b>6 Resultat och måluppfyllelse .....</b>	<b>6</b>
6.1 Bidrag till övergripande FFI-mål .....	6
6.2 Bidrag till programmet Effektiva och uppkopplade transportsystem – FFI .....	6
<b>7 Spridning och publicering .....</b>	<b>7</b>
7.1 Kunskaps- och resultatspridning .....	7
7.2 Publikationer.....	8
<b>8 Slutsatser och fortsatt forskning .....</b>	<b>9</b>
<b>9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....</b>	<b>9</b>

## Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på [www.vinnova.se/ffi](http://www.vinnova.se/ffi).

# 1 Sammanfattning

Det tidigare FFI-projektet "Guidad integrerad fjärr- och verkstadsdiagnos" (DiaGuide) påvisade möjligheten att använda modellbaserad guidad diagnostik för att effektivisera felsökning och minska störningar på grund av fordonshaverier. Projektet "DiaGuide 2 - Metodik och verktyg för modellbaserad guidad fjärr- och verkstadsdiagnostik" har ytterligare höjt den tekniska mognadsgraden för konceptet i DiaGuide. Detta genom tillämpad forskning på metoder och verktyg för skapande av modeller för guidad diagnos, tjänstedesignanalys av samverkan mellan verkstadsstjänster, mekaniker och den guideade diagnosen, strukturerad hantering av produktinformation för diagnos samt interaktiv fjärrkommunikation för fjärrtester.

Projektet DiaGuide 2 har höjt den tekniska mognadsgraden av konceptet i DiaGuide från teknisk forskning (TRL 3-4) till teknisk validering och demonstration i relevantmiljö (TRL 5-6). För att effektivt åstadkomma denna höjning har projektet fokuserat på en demonstratormiljö för tjänster baserat på guidad diagnos bestående av fordon, backoffice-system och användargränssnitt samt på kartläggning av det involverade tjänsteflödet. För två komplexa system på en tung Euro6-lastbil, det elektroniska efterbehandlingsystemet samt det distribuerade elektroniska bromssystemet, har modeller för guidad diagnostik implementeras och dess användbarhet utvärderats i experimentell verkstadsmiljö. Projektet var ett samarbete mellan Scania CV AB, RISE (SICS), KTH och LiU där Scania var huvudsökande. Projektets totala budget var på 29,0 MSEK varav 13,9 MSEK finansierades från FFI från programmet och resterande från Scania CV AB.

## 2 Executive summary in English

The previous FFI project "Guided Integrated Remote and Workshop Diagnosis" (DiaGuide) demonstrated the ability to use model-based guided diagnostics to improve troubleshooting and reduce disturbances due to vehicle breakdowns. The project "DiaGuide 2 - Methodology and Tools for Model Based Guided Distance and Workshop Diagnostics" have enhanced the technical maturity of the concept in DiaGuide through applied research. This by performing applied research on methods and tools for the creation of guided diagnostics models, service design research on the collaboration between engineering services, technicians and guided diagnostics, structured management of product information for diagnosis and interactive remote communication for diagnostic tests.

The DiaGuide 2 project has increased the technical maturity of the DiaGuide concept from technical research (TRL 3-4) to technical validation and demonstration in relevant environment (TRL 5-6). To effectively achieve this increase, the project has focused on a demonstrator environment for services based on guided diagnostics consisting of vehicles, back office systems and user interfaces as well as visualization of the involved service flow. For two complex systems on a heavy Euro6 truck, the electronic after treatment system and the distributed electronic braking system, guided diagnostics models have been implemented and its usability evaluated in an experimental workshop environment. The project was a collaboration between Scania CV AB, RISE (SICS), KTH and LiU, where Scania was the main applicant. The project's total budget was 29.0 MSEK, of which 13.9 MSEK was financed from the FFI program the remaining from Scania CV AB.

## 3 Bakgrund

För att minska störningar och förbättra trafiksäkerheten i transportsektorn på grund av haverier är det viktigt att problem löses snabbt och effektivt både då fordonet befinner sig på väg och då fordonet är på verkstad. Dock leder dagens alltmer komplexa elektroniska system i fordon till att felsökningen blir allt svårare för mekaniker och assistanspersonal att hantera. Funktioner för datoriserad felsökningsmetodik baserat på modeller ses därför som ett mycket viktigt verktyg för att effektivt kunna hantera felsökningen av dagens och framtidens komplexa elektroniska system i fordon.

För att hantera dessa behov av datoriserad felsökningsmetodik har det tidigare projektet "Guidad integrerad fjärr- och verkstadsdiagnos" (DiaGuide), finansierat av FFI transporteffektivitet, utforskat möjligheterna med modellbaserad guidad diagnos för tunga vägbundna fordon. Projektet har visat med teori och prototyper att konceptet fungerar både för en ren verkstadssituation och då ett fordon befinner sig utanför verkstad. Detta motsvarar nivå tre och fyra på Vinnovas skala för teknisk mognadsgrad (TRL). Resultaten från DiaGuide var goda men behövde mer tillämpad forskning innan en produktifiering kunde inledas, vilket var syftet med projektet DiaGuide 2.

### 3.1 Felsökning av tunga vägbundna fordon

Tunga fordon skiljer sig från personbilar genom att de i stor utsträckning används i kommersiellt syfte. För dessa fordon är det extra viktigt att kunna maximera tillgängligheten och därmed minska kostnader för till exempel förarlön och kontraktsstraff till kunder. Om ett haveri eller fel, som leder till driftavbrott, inträffar så leder detta till direkta kostnader i form av verkstadstid och indirekta kostnader för kunden som inte kan upprätthålla tillgängligheten på fordonet. För fordons haverier på väg blir det även konsekvenser i form av störningar i trafikflödet och i det industriella produktionsflödet.

För den svenska fordonsindustrin är det viktigt att kunna erbjuda fordon och tjänster som maximerar kundens intjänandeförmåga. I frågan om reparation och underhåll är det därför viktigt att kunna minimera direkta och indirekta kostnader då fel ändå inträffar på dessa fordon.

Som nämnts tidigare har dock felsökning av tekniska system installerade på fordon blivit allt svårare för verkstadsmekaniker och assistanspersonal. Systemen blir mer komplexa på grund av att allt mer funktionalitet distribueras över flera samverkande ECU:er, ett ökat antal konfigurationer, men också på grund av att både antalet och komplexiteten på de ingående komponenterna ökar, till exempel med fler smarta sensorer och ställdon.

En viktig drivkraft bakom denna utveckling är nya miljölagstiftningar för motorer och deras efterbehandlingsystem samt krav på system för aktiv säkerhet, såsom automatisk nödbroms. En annan orsak till att felsökning blir svårare är att frekvensen av införandet av nya varianter av system, eller designförändringar av system, ökar. Som en konsekvens ställs mekaniker och assistanspersonal oftare inför system som personen inte har någon tidigare erfarenhet av, eller där den tidigare erfarenhet är missvisande på grund av designändringar.

För att hjälpa mekaniker och assistanspersonal att effektivt felsöka sådana komplexa fordon är datoriserad felsökningsmetodik som hjälper till med att hantera det aktuella fordonet av stor betydelse. Felsökningsmetodiken måste både ge stöd med information

och rekommendationer av lämpliga åtgärder för att minimera kostnader för reparation och förlorad tillgängligheten.

## 4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Syftet var att lyfta den tekniska mognadsgraden från projektet DiaGuide för att därigenom kunna påbörja en industrialisering av metodiken.

Projektet har genomförts med fokus på att demonstrera resultaten med hjälp av en demonstratormiljö. Genom en fokusering på en demonstratormiljö har forskningen kunnat utvärderats och utvecklats effektivt. Projektet var uppbyggt runt fem stycken arbetspaket. Inom arbetspaket 1 utfördes projektledning och projektadministration. För att utföra projektet demonstratordrivet var målet med arbetspaket 2 att konstruera demonstratormiljön. Resterande arbetspaket 3–5 tog fram tjänstesystem, metoder, verktyg och kunskap för guidad diagnostik, informationshantering respektive interaktiv fjärrkommunikation.

## 5 Mål

För att komma närmare en fungerande produkt för datoriserad felsökning som kan användas på servicemarknaden behövdes den tekniska mognadsgraden höjas för metoderna och verktygen att hantera modellerna, underlag till modellerna, systemen för att kunna utföra interaktiv fjärrkommunikation, samt analysen av effekten av guidad diagnos på verkstadsflödet. Målet med DiaGuide 2 var att höja den tekniska mognadsgraden för tjänster baserade på modellbaserad guidad verkstads- och fjärrdiagnostik till teknisk validering i relevant miljö motsvarande en TRL på fem och sex.

För att kunna hantera modellerna skulle underlag för modellerna och samverkan mellan verktyg och ingenjörer utvecklas. Målet var att de metoder och verktyg som utvecklades skulle bli så intuitiva att ingenjörerna direkt kunde förstå hur de olika egenskaperna hos modellerna skulle påverka den guidade diagnostiken som sedan användes av mekaniker och assistanspersonal.

För underlagen till modellerna är det speciellt hanteringen av den höga komplexiteten på fordonen, främst på grund av konfigurationer och varianter, som man är tvungen att kunna hantera på ett effektivt sätt. Ett mål var därför att ta fram en plattform för diagnosrelaterad produktinformation. För att kunna stödja fordon på väg var målet att kunna utföra interaktiv fjärrkommunikation till och från fordon.

För att förstå hur tjänster baserad på modellbaserad guidad diagnostik kommer att påverka verkstadsflödet i framtiden var målet att modellera alternativa tjänstesystem samt identifiera värdeskapande processer.

För att verifiera metoder och verktyg var målet att bygga modeller för ett elektroniskt insprutningssystem och en del av ett distribuerat elektroniskt bromssystem för en Euro6-lastbil. Målet ändrades under projektets genomförande till att istället för insprutningssystemet modellera ett efterbehandlingssystem.

## 6 Resultat och måluppfyllelse

Övergripande var målet med projektet att höja den tekniska mognadsgraden för metoderna och verktygen att hantera modellerna, underlag till modellerna, systemen för att kunna utföra interaktiv fjärrkommunikation, samt effekten av guidad diagnos på verkstadsflödet. I samtliga områden förutom verktyg att hantera modellerna har projektet nått målen. Svårigheterna att integrera verktygen till andra verktyg för PDM och mjukvaruutveckling har visat sig ännu mer komplex än vad som framgick i projektansökan. Att skapa ett icke integrerat verktyg anses vara hanterbart men ej underhållsbart över tid då modellerna skulle behöva orimligt mycket resurser för underhåll.

De akademiska och institutionella parterna och har stärkt sina positioner inom sina respektive områden. Den industriella parten har uppnått en kunskapsnivå där en kommersialisering av konceptet har startats för guidad felsökning för tunga fordon. Institutsparten har knoppat av ett startup-bolag inom guidad felsökning.

En fungerande demonstratormiljö har levererats och förevisats både vid live-demon och i publikationer.

Totalt har projektet publicerat 1 tidskriftsartikel, 11 konferensartiklar, 1 patent, 1 doktorsavhandling. Dessutom 10 examensarbeten författade av 14 examensarbetare.

### 6.1 Bidrag till övergripande FFI-mål

Nedan följer projektets bidrag till FFI:s övergripande mål.

- Öka forsknings- och innovationskapaciteten i Sverige och därmed säkra fordonsindustriell konkurrenskraft och arbetstillfällen: Projektet har stärkt den svenska fordonsindustrin genom att höja den tekniska mognadsgraden till en position där en industrialisering kan startas.
- Utveckla internationellt uppkopplade och konkurrenskraftiga forsknings- och innovationsmiljöer i Sverige: Samverkan mellan de olika parterna i projektet har bidragit till att stärka innovationsmiljön i mälardalsregionen.
- Främja samverkan mellan industri och universitet, högskolor och institut: Projektet var ett samarbete mellan industriell part, universitet och en institutionell part där samtliga parter aktivt samverkade med övriga parter.

### 6.2 Bidrag till programmet Effektiva och uppkopplade transportsystem – FFI

Några specifika övergripande effektmål och effektmål enligt FFI Effektiva och uppkopplade transportsystem som projektet bidragit till redovisas nedan.

- Förbättrad samhälls- och näringslivsekonomi: Genom snabbare felsökning kan på sikt kostnaderna för fordonsåkerier och slutkunder minskas.
- Ökade transportvolymerna med minimala miljöeffekter: Genom en snabbare felsökning kan en högre transportvolym uppnås med bibehållen fordonsflotta.
- Andelen fordon i fordonsflottan som är "uppkopplade" ökas till 50% till 2020: Tjänsterna som demonstrerats i projektet är i stort behov av uppkopplade fordon vilket leder till att fler åkeriägare kommer välja att ha uppkopplade fordon.

- Ökad konkurrenskraft för svenska fordonsindustrin: Genom att demonstrera hur guidad felsökning kan användas för att öka effektiviteten på servicemarknaden ökar den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft.
- Förbättrad service, underhåll samt förbättrade produkter och tjänster: Specifikt bidrag med att demonstrera hur guidad felsökning kan användas för att ge bättre service.
- Ökad kompetens inom området: Genom samverkan och forskning har kompetensen ökats.

## 7 Spridning och publicering

### 7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	
Introduceras på marknaden	X	Företaget Mavenoid, en avknoppning från RISE SICS inom guidad felsökning
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

## 7.2 Publikationer

Projektet har publicerat 1 tidskriftsartikel, 11 konferensbidrag, 1 monografi, 1 patent samt 10 examensarbetsrapporter.

Titel på publikation	Publikationsnummer	Typ
Model-Based Guided Troubleshooting Applied to a Selective Catalytic Reduction System	SAE 2018-01-1355	Konferensbidrag
Troubleshooting Trucks: Automated Planning and Diagnosis	URN: urn:nbn:se:liu:diva-119445, sampublication med 'Guidad integrerad fjärr- och verkstadsdiagnos' (2010-02864)	Monografi
A Modelling Framework for Troubleshooting Automotive Systems	URN: urn:nbn:se:liu:diva-121499, sampublication med 'Guidad integrerad fjärr- och verkstadsdiagnos' (2010-02864)	Tidskrift
Methodology and Tools for Model-based Guided Workshop and Remote Diagnostics	Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes - 9th SAFEPROCESS 2015, Poster	Konferensbidrag
Views on implementation and how they could be used in service design	ISBN: 9789176857380	Konferensbidrag
Research in the first four service design and innovation (ServDes) conferences	ISBN: 9789176857380	Konferensbidrag
Implementation during design. Developing understanding about service realisation before implementation	DOI: 10.1080/14606925.2017.1352937	Konferensbidrag
Involving stakeholders towards service implementation. Co-designing change of practices using a visual language	DOI: 10.1080/14606925.2017.1353002	Konferensbidrag
Evolutions of service actor roles towards future service	ISSN 1604-9705	Konferensbidrag
Multi-Touchpoint Design of Services for Troubleshooting and Repairing Trucks and Buses	Experience Design for Multiple Customer Touchpoints, NordiCHI 2016	Konferensbidrag
Roles of in-house designers towards service implementation	QUIS15 - International Research Symposium on Service Excellence in Management, 2017	Konferensbidrag
Towards A Structured Way To Represent Future Service Roles	Participatory Innovation Conference (PIN-C) 2018	Konferensbidrag
Användarbehov och kontextuella krav för val av mobil interaktionsteknik: Behovs- och användarundersökning i Scantias verkstäder	URN: urn:nbn:se:liu:diva-126682	Annat
Event-based diagnostics in heavy-duty vehicles	URN: urn:nbn:se:liu:diva-129589	Annat
In-Vehicle Execution Environment for Diagnostic Scripts on Heavy Commercial Vehicles	URN: urn:nbn:se:kth:diva-192155	Annat
Network Traffic Regulator for Diagnostic Messages in Modular Product	URN: urn:nbn:se:kth:diva-203789	Annat
Linked Data Search and Browse Application	URN: urn:nbn:se:uu:diva-333030	Annat
Guided troubleshooting of a modern SCR system: Modelling and comparison of troubleshooting methods with limited historical data	Författare: Lundin, Tobias, KTH	Annat
Evaluating An Interactive Troubleshooting System for Heavy Vehicles with Limited Historical Data	Författare: Ghazie, Khair, UU	Annat
Real Time Vehicle Diagnostics Using Head Mounted Displays	URN: urn:nbn:se:liu:diva-119657	Annat
Accesspunkt för ombord diagnos	Författare: Perzinger, Maximilian	Annat
Automated Fault Tree Generation from Requirement Structures	URN: urn:nbn:se:liu:diva-122471	Annat
Understanding generalisability from network-conscious service design projects	Submitted to: ServDes2018 - Service Design Proof of Concept	Konferensbidrag
Felsökningsmetodik för generering av åtgärdsplan	Patent pending	Patent



## 8 Slutsatser och fortsatt forskning

Generellt har projektet uppfyllt målet att lyfta mognadsgraden för guidad felsökning och specifikt vid de medverkande parterna. Projektet har framgångsrikt tagit fram resultat och delgivit dessa till samhället.

## 9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Projektpartners var: Scania CV AB (Scania), avdelningen ”Vehicular Service Information”; RISE SICS AB (SICS); KTH, institutionen Maskinkonstruktion och LiU, institutionen för datavetenskap.

Kontaktperson: Scania CV AB  
Research Support Office  
SE- 151 87 Södertälje  
Sweden  
+46 8 553 810 00

