



## Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka - Kolokvium Božek 2012, 6. 12. 2012 Roztoky -

Popis obsahu balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

### **WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování**

#### **Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku**

České vysoké učení technické v Praze, zodp. osoba doc. Ing. Jiří Novák, Ph.D.

#### **Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku**

Škoda Auto, a.s. (Ing. Havlík, Ing. Jež), TÜV SÜD Czech s.r.o. (Ing. Šotola)

#### **Hlavní cíl balíčku**

1. Automatizace testování (integrační a funkční testy, testy chování na komunikačních rozhraních). (doc. Novák)
2. Komunikace V2X - návrh a vývoj minimální HW platformy a vhodného protokolového zásobníku. (doc. Jirovský)
3. Metody pro testování funkční bezpečnosti řídicích systémů semi-autonomního vedení vozidla včetně prototypu semi-autonomního systému řízení (Ing. Šotola)

#### **Dílčí cíle balíčku pro nejbližší období**

- návrh a vývoj technických prostředků pro manipulaci s vozidlovými komunikacemi
- návrh technických prostředků pro V2V komunikaci + část FW
- návrh funkcí semi-autonomního systému řízení vozidla, sestavení blokového schématu



### Popis plnění balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

## Popis výstupů a výsledků (1 – doc. Novák, ČVUT FEL)

- Technologie automatizovaného funkčního testování jednotlivých vozidlových řídicích jednotek i jejich sestav (integrační testy). Návrh a realizace prostředků pro multiplatformní testování komunikačních systémů ve vozidlech (CAN, LIN, FlexRay, Ethernet ...), pracující v reálném čase (2012 - 2014). Využití pro návrh a implementaci programovatelného systému umožňujícího manipulaci s aplikačními signály komunikujících řídicích jednotek v reálném čase v heterogenním prostředí (2015). V závěru bude výše uvedený programovatelný systém využit při implementaci metod automatického generování funkčních a integračních testů (2016 - 2017). Na řešení této skupiny úloh se budou významnou měrou podílet pracovníci vývoje Škoda Auto.
- V roce 2012 návrh a částečná implementace technických prostředků pro testování LIN komunikace, v předstihu totéž pro CAN a FlexRay
- Spolupráce se Škoda Auto na technické platformě pro testování



## Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka - Kolokvium Božek 2012, 6. 12. 2012 Roztoky -

Popis plnění balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

### Popis výstupů a výsledků

Pracoviště pro automatizaci testů ve Škoda Auto



Programovatelný  
modul pro manipulaci  
se zprávami CAN v  
reálném čase





Popis plnění balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

## **Popis výstupů a výsledků (2 – Ing. Šotola, TUV)**

- Výzkum a implementace metod testování funkční bezpečnosti pokročilých vozidlových řídicích systémů vycházející ze současných standardů (IEC 61508, ISO 26262). Návrh a realizace semi-autonomního systému řízení vozidla, implementace standardní jízdní cesty (2012 - 2015) a analýza funkční bezpečnosti takového systému. Na tomto základě navrženo rozšíření testů a finální podoba testu funkční bezpečnosti. Závěrem testování prototypu semi-autonomního systému řízení dle navržené metodiky (2016 - 2017).

- 2012 - Automatizované vedení vozidla po trati

V letošním roce jsme provedli některé vybrané testy pro budoucí automatizované vedení vozidla po trati. Testovali jsme variantu ovládání motoru vozidla pomocí sběrnice CAN-BUS, implementované podle standardu SAE J1939, konkrétně instrukční sady J1939-71.



## Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka - Kolokvium Božek 2012, 6. 12. 2012 Roztoky -

### Popis plnění balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

## Popis výstupů a výsledků

Testování probíhalo na vozidlech tuzemských i zahraničních výrobců autobusů v podmínkách uzavřeného polygonu v následujících krocích:

- analýza palubní sítě CAN a provozu na této síti, tvorba vlastních TSC zpráv
- ověření reakce motoru na uživatelsky vysílané zprávy
- ověření reakce ostatních komponent na vysílané zprávy
- ověření reakce vozidla a dlouhodobé udržitelnosti tohoto způsobu ovládání vozidla

TSC zpráva slouží podle standardu J1939 ke krátkodobému i dlouhodobému převzetí kontroly strategických komponent vozidla. Těmito komponentami jsou zejména:

- motor
- retardéry, brzdový systém

Základní regulační strategie jsou:

- omezení maximálních parametrů (otáčky, hnací/brzdný moment)
- nastavení stanovených otáček
- nastavení stanoveného momentu (hnacího/brzdného)







# Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka

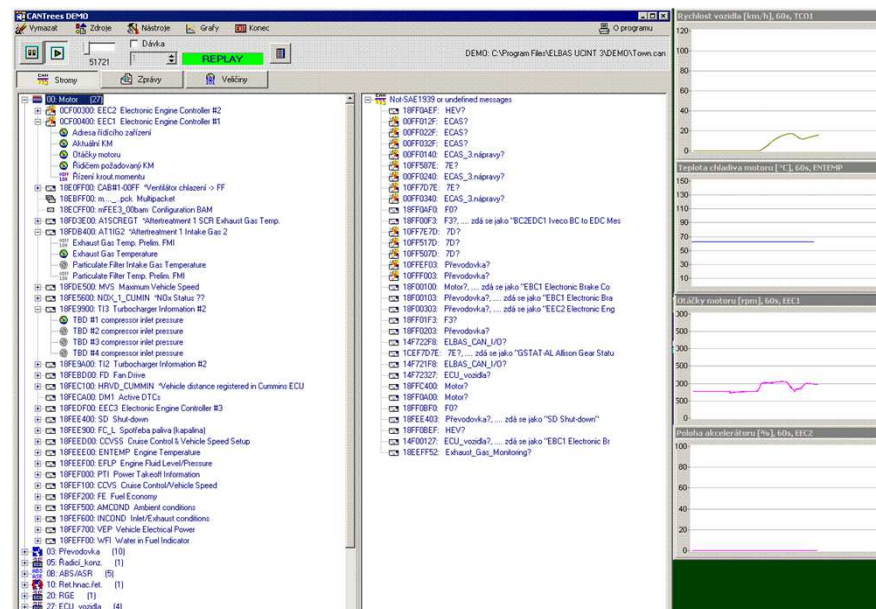
- Kolokvium Božek 2012, 6. 12. 2012 Roztoky -

## Popis plnění balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

### Popis výstupů a výsledků

#### Výstupy z experimentů

- nutno vysílat zprávy z určité adresy (3h, 27h dle výrobce motoru)
- adresy bývají většinou obsazeny
- experimenty proběhly na motorech:
  - Cummins
  - DAF
  - Iveco



- kolize požadavků na řízení = neidentifikovatelné chování vozidla (nutný restart)



Popis plnění balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

## **Popis výstupů a výsledků (3 – doc. Jirovský, ČVUT FD)**

- Návrh a vývoj protokolů a zařízení pro ad-hoc komunikaci mezi vozidly (mezi vozidlem a infrastrukturou. Definice požadavků na interakci vnitřních a vnějších komunikačních systémů vozidel, návrh a realizace funkčního vzoru komunikačního uzlu ad-hoc V2V sítě (2012 - 2015) a realizace a ověření funkčního vzoru malé ad-hoc sítě mezi vozidly (2016 - 2017).
- V roce 2012 provedena předběžná rešerše
  - nalezeno cca 40 různých protokolů
  - ve světě jsou připravovány a probíhají testy V2V (V2X)
- Současná standardizace směřuje ke kmitočtům řádu  $10^{10}$  Hz (ČTÚ definovalo pásmo 70 GHz)
  - testy v této oblasti by byly neúměrně drahé
- Rozhodnutí provádět testy protokolů na nižších kmitočtech, kde jsou k dispozici levné a vysoce integrované prvky (2,4 GHz, 5,8 GHz)



## Popis plnění balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

### Popis výstupů a výsledků

- Studium modelů komunikačních kanálů
  - path-loss model, použitelný pouze u přímé viditelnosti, např. DSRC systémy
  - Okamura model, široce používán pro predikci šíření v městské zástavbě, aplikovatelné frekvence 150 MHz až 3 GHz
  - Hata model, empirická formulace grafické reprezentace Okamurova modelu
  - Stanford University Interim (SUI) Model, pro frekvence pod 11GHz, navržen pro tři druhy terénu podle složitosti v současné době se ověřují výpočty a návrhy
  - COST 231 model
  - fading model
  - ECC-33 model a další
- Studium protokolů pro komunikaci mezi vozidly a mezi vozidlem a infrastrukturou
  - Vehicular Ad hoc Network (VANET)
  - IEEE 802.11p





Popis plnění balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

## Popis výstupů a výsledků

- Analýza směrovacích protokolů
  - směrovací protokoly řízené tabulkami
  - reaktivní směrovací protokoly
  - hybridní směrovací protokoly
  - poziční směrovací protokoly např.
    - Greedy Perimeter Stateless Routing (GPSR)
    - Adaptive Movement Aware Routing (AMAR)
    - Improved Greedy Traffic Aware Routing (GyTAR)
    - Edge node Based Greedy Routing (EBGR)
    - Border node based Most Forward within Radius (B-MFR)



Popis plnění balíčku WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

## **Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů**

- Dokončení testovací platformy ve spolupráci se Škoda Auto
- Pokračování v návrhu a implementaci technického vybavení pro manipulaci se zprávami vozidlových informačních systémů v reálném čase
- Dlouhodobé převzetí řízení TSC zprávami - nutno měnit inkrementální čítač řídicí zprávy a aktualizovat CRC kód – spolupráce s ČVUT FEL
- Osazení pedálů a volantů servopohony a vedení po dráze - řízení vozidla (autobus/nákladní automobil s automatickou převodovkou), řídicí systém na bázi cRIO (NI)
- Uzavření teoretického studia protokolů, dokončení analýzy existujících standardů, porovnání stávajících testovacích instalací
- Teoretický návrh protokolů a jejich implementace do zkušebního HW



## Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka

- Kolokvium Božek 2012, 6. 12. 2012 Roztoky -

Výtah z provedených prací na WP26: Pokročilé ICT systémy vozidel – návrh a testování

- Příprava testovací platformy ve spolupráci se Škoda Auto
- Implementace programovatelného technického vybavení pro manipulaci se zprávami sběrnice CAN v reálném čase
- Testy převzetí řízení vozidla TSC zprávami standardu SAE J1939
- Analýza protokolů pro V2X technologie, analýza existujících standardů V2X komunikace, porovnání stávajících testovacích instalací
- Výběr zkušebního HW pro testování V2X sítí





## Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka - Kolokvium Božek 2012, 6. 12. 2012 Roztoky -

### Abstract of WP26: Advanced vehicle ICT systems – design and testing

- Test platform set-up in cooperation with Škoda Auto
- Implementation of programmable hardware for real-time manipulation with CAN bus messages
- Tests of taking over the vehicle control using TSC messages of SAE J1939 standard
- Evaluation of the hardware for V2X networks testing
- V2X technology protocols and standards analysis, comparison of existing trials

