

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VYUŽITÍ DAT Z ŘÍDICÍCH JEDNOTEK VOZIDEL PRO ANALÝZU SILNIČNÍCH NEHOD

THE APLICATION OF DATA FROM VEHICLE CONTROL UNITS IN THE ANALYSIS OF ROAD ACCIDENTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. PETR ŠVÁBENSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. VLADIMÍR PANÁČEK

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2012/13

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Petr Švábenský

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Využití dat z řídicích jednotek vozidel při analýze silničních nehod

v anglickém jazyce:

The Application of Data from Vehicle Electronic Control Units in the Analysis of Road Accidents

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se bude zabývat zaznamenanými daty v elektronických řídicích jednotkách vozidel a možnostmi jejich využití při analýze silničních nehod i pojistných podvodech.

Cíle diplomové práce:

1. Provést rešerši elektronických řídicích systémů dnešních moderních vozidel.
2. Podrobně analyzovat elektronické řídicí jednotky, které při dopravní nehodě zaznamenávají chybové kódy vč. jejich rozboru.
3. Provést analýzu potřebnosti nehodových dat z řídicích jednotek pro řešení dopravní nehody nebo pojistného podvodu v souvislosti s motorovými vozidly.
4. Experimentální zjištění chybových kódů zaznamenaných při dopravní nehodě v řídicích jednotkách vozidel.
5. Uvést možnosti využití zaznamenaných dat v řídicích jednotkách vozidel při dopravní nehodě pro analýzu silničních dopravních nehod a pojistných podvodů v souvislosti s motorovými vozidly.

Seznam odborné literatury:

[1] BRADÁČ, A. Soudní inženýrství. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 1999. ISBN 80-7204-057-X.
[2] ŠTĚRBA, P. a ČUPERA J. AUTOMOBILY: Diagnostika motorových vozidel I. 2. vydání. Brno: Avid, s. r. o., Brno, 2010. ISBN 978-80-87143-17-9.
[3] VÉMOLA, A. Diagnostika automobilů I. Brno Littera, 2006. ISBN 80-85763-31-1.
[4] VÉMOLA, A. Diagnostika automobilů II. Brno Littera, 2006. ISBN 80-85763-32-X.
[5] VLK, František. Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2001, ISBN 80-238-6573-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vladimír Panáček

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.

V Brně, dne 3.12.2012



doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na využití dat z řídicích jednotek pro analýzu nehod a pojistné podvody. Teoretická část práce se zabývá elektronickými systémy vozidel a jejich řídicími jednotkami, diagnostickými procesy, získávání nehodových dat z řídicích jednotek a potřebností těchto dat při analýze silničních nehod.

Praktická část se zaměřuje na získání dat z vozidel poškozených při nehodě, interpretací těchto dat a posouzení jejich užitečnosti pro analýzu nehod. Dále se zaměřuje na postupy a metody, jak postupovat při získávání nehodových dat.

Abstract

Master thesis is focused on The Application of Data from Vehicle Electronic Control Units in the Analysis of Road Accidents. The theoretical part deals with the electronic systems of vehicles and their control units, diagnostic processes, retrieving accident data from the controls unit and the need for these data in the analysis of road accidents.

The experimental part focuses on obtaining data for crashed vehicles, interpretation of such data and assessment of their usefulness for analyzing road accidents. It also focuses on the procedures and methods on how to retreive accident data.

Klíčová slova

elektronická řídicí jednotka, diagnostika, analýza nehody, pojistné podvody, freeze frame data,

Keywords

electronic control unit, diagnostics, analysis of road accidents, insurance fraud, freeze frame data,

Bibliografická citace

ŠVÁBENSKÝ, P. Využití dat z řídicích jednotek vozidel pro analýzu silničních nehod. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2013. 98 s. Vedoucí diplomové práce ing. Vladimír Panáček.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje.

V Brně dne ……..

……

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat především panu ing. Vladimíru Panáčkovi za velkou ochotu a cenné rady, které mi pomohly při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat všem servisům Renocar a.s., A-Z servis a.s., BS-Auto Brno a.s, Autocentrum Ross a.s., Autonova a.s., Autorona a ostatním, kteří mi poskytli informace důležité pro vypracování práce.

Obsah

1 Úvod 11

2 Elektronické systémy vozidel a jejich řídicí jednotky 12

2.1 Systémy řízení podvozku 14

2.1.1 Systémy řízení vozidla 14

2.1.2 Protiblokovací, stabilizační, protiprokluzové systémy 19

2.1.3 Elektronické brzdové soustavy 26

2.2 Asistenční systémy 28

2.2.1 Systémy pro udržování bezpečného odstupu: 28

2.2.2 Prediktivní asistenční systémy 30

2.2.3 Další asistenční systémy 30

2.2.4 Informační a navigační systémy 31

2.3 Zádržné a ochranné systémy 32

2.4 Řízení motoru 33

2.4.1 Elektronické řízení zážehových motorů 33

2.4.2 Elektronické řízení vznětových motorů 35

2.5 Řídicí jednotky, které při nehodě zaznamenávají data 37

3 Diagnostika řídicích jednotek 39

3.1 Diagnostika elektronických systémů 40

3.2 Přenos dat 42

3.3 Diagnosticé přístroje a software 43

4 Možnosti získávání nehodových dat z řídicích jednotek vozidel 48

4.1 Crash data retrieval 48

4.2 Crash cube 50

4.3 Standardní servisní diagnostické nástroje 51

5 Důležitá data pro analýzu dopravní nehody 56
5.1 Analýza dopravní nehody 56
5.2 Pojistné podvody 59
5.3 Využitelnost dat z ecu pro analýzu nehod a pojistných podvodů 60
6 Experimentální měření 61
6.1 Diagnostika vozidla Škoda Fabia II 62
6.2 Diagnostika vozidla Opel Vivaro 64
6.3 Diagnostika vozidla BMW X5 67
6.4 Diagnostika vozidla Audi TT 71
6.5 Diagnostika vozidla Audi A7 78
6.6 Vyhodnocení zjištěných dat z ECU 88
7 Využití dat zaznamenaných v řídicích jednotkách vozidel 89
7.1 Využitelnost dat z řídicích jednotek pro analýzu silničních nehod 89
7.2 Využitelnost dat z řídicích jednotek pro odhalování pojistných podvodů 90
7.3 Legislativa 91
7.4 Postup při získávání dat z řídicíchch jednotek vozidle po nehodě 91
8 Závěr 94
9 Seznam použitých zdrojů 95

1 ÚVOD

Téměř všechny automobily jsou dnes již vybaveny množstvím elektronických systémů pro usnadnění ovládání, zvýšení bezpečnosti, zlepšení jízdních vlastností, zvýšení komfortu apod. Všechny tyto elektronické systémy jsou ovládány mikroprocesorem, který se nazývá elektronická řídicí jednotka. Tato řídicí jednotka potřebuje pro svoji správnou činnost a pro efektivní řízení elektronických systémů množství informací, která dostává především od různých snímačů ve vozidle. Tyto snímače snímají velké množství veličin.

Při analýze silničních nehod a odhalování pojistných podvodů se zkoumají příčiny a průběh nehody a právě k objasnění těchto otázek by výraznou měrou mohli pomoci informace, které řídicí jednotka dostává od snímačů pro řízení elektronických systémů prostřednictvím akčních členů.

Tato práce zkoumá možnosti získávání dat z těchto elektronických řídicích jednotek pro potřeby znalců při analýze silničních nehod a pojistných podvodů.

V současné době se vyvíjejí různá záznamová zařízení, která data o průběhu nehody cíleně ukládají. Jelikož se však na evropském trhu ještě téměř nevyskytují, zaměřuje se tato práce spíše na možnosti získávání dat z řídicích jednotek běžnými diagnostickými přístroji a softwary, nebo jinými dostupnými metodami.

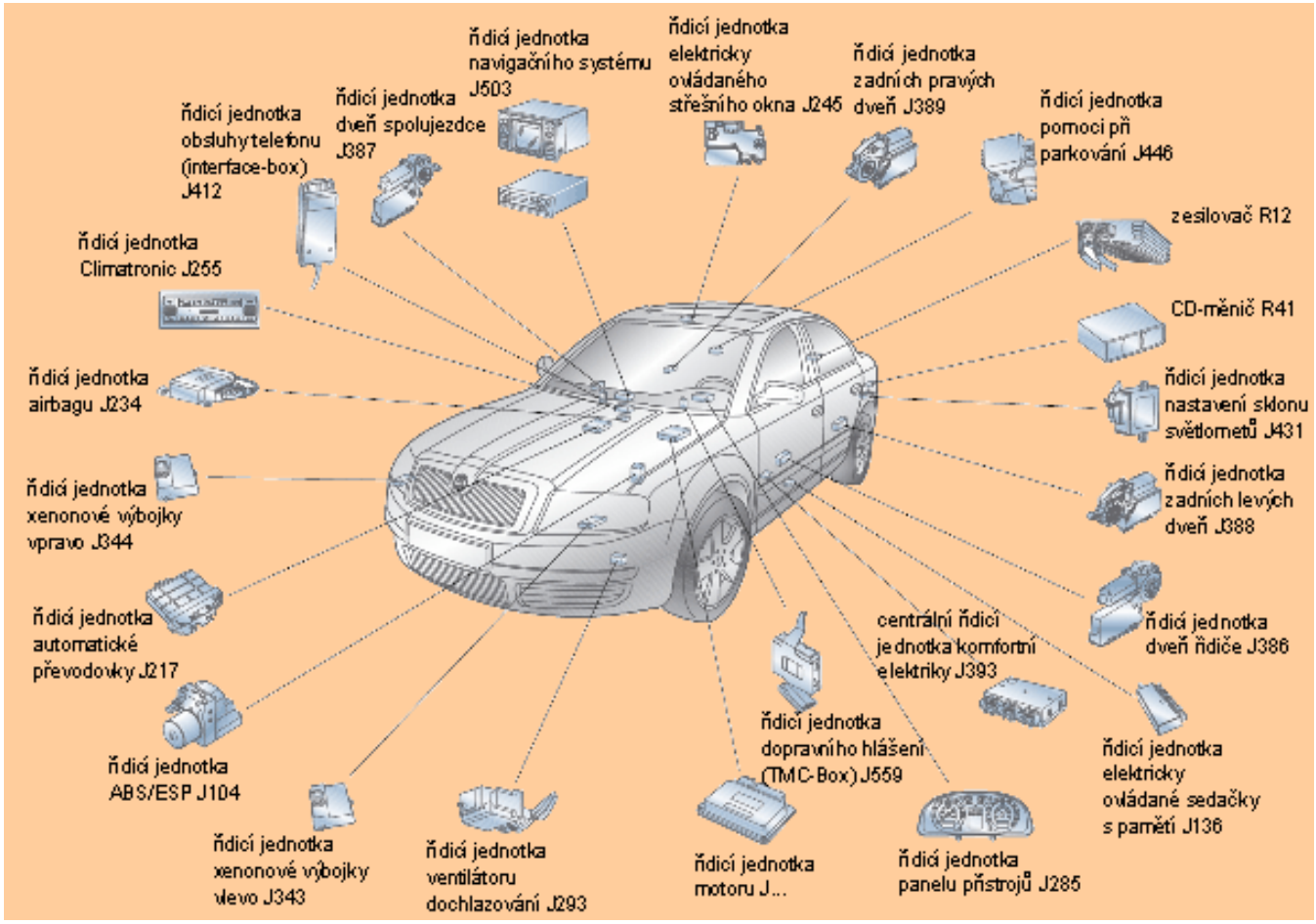
První část práce se věnuje popisu elektronických systémů, které se nachází v dnešních moderních vozidlech a které využívají ke své činnosti elektronické řídicí jednotky (electronic control unit). Další část práce se zaměřuje na možnosti načítání dat z řídicích jednotek, komunikací s řídicími jednotkami a systémy na principu OBD využívaných ve vozidlech, poté je shrnuto jaké údaje jsou podstatné pro znalce při analýze nehody a při odhalování pojistných podvodů. V experimentální části se bude práce zabývat vyčtením dat z řídicích jednotek havarovaných vozidel, jejich analýzou a hodnocením z hlediska jejich možného využití pro analýzu silničních nehod, nebo odhalování pojistných podvodů.

2 ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY VOZIDEL A JEJICH ŘÍDICÍ JEDNOTKY

S vývojem automobilů jde ruku v ruce také vývoj elektronických systémů vozidel. Přibývá velké množství systémů pro zlepšení jízdních vlastností vozidla, bezpečnosti a komfortnosti. Bez elektronických systémů řízených řídicími jednotkami si dnes již žádné vozidlo nedokážeme představit. [1]

Elektronické systémy ve vozidle řídí mikroprocesor, který se nazývá elektronická řídicí jednotka (electronic control unit). Zkráceně ECU. [1]

V devadesátých letech byla běžně do automobilů montována pouze jediná řídicí jednotka. V současných moderních automobilech řídicích jednotek značně přibylo a téměř každý elektronický systém má vlastní řídicí jednotku. Např. automobil škoda Superb má 25 řídicích jednotek. Viz obr 1. [1]



Obrázek č. 1 Elektronické řídicí jednotky automobilu Škoda Superb. [1]

Jednotlivé řídicí jednotky spolu navzájem komunikují přes počítačové sítě. Možnosti řídicích jednotek jsou dnes již na vysoké úrovni a umožnují zásahem do softwaru změnit vlastnosti jednotlivých systémů (motoru, převodovky, řízení podvozku atd.). Řídicí jednotky je možné diagnostikovat diagnostickými zařízeními. Diagnostika vozidla je popsána v kapitole číslo 3. [2]

Každý automobil musí být vybaven palubní diagnostikou OBD dle normy ISO9141, J1962, J1850 a ISO-15765. Tato norma se vztahuje na systémy ovlivňující emise vozidla, především tedy na systém řízení motoru a převodovky. Norma OBD bude detailněji popsána v kapitole číslo 3. [2]

V další části práce se budu věnovat popisům jednotlivých systémů, je však nutné upozornit na to, že tyto systémy se mohou v některých detailech konstrukčně odlišovat podle technologií jednotlivých výrobců a mohou mít různá označení. V této kapitole budou tedy popsány základní principy fungování nejdůležitějších a nejpoužívanějších elektronických systémů ve vozidlech

Elektronické systémy ve vozidle se dělí podle jejich účelu do několika podkategorií: [2]

- Systémy řízení vozidla
- Asistenční systémy
- Informační systémy
- Komfortní systémy
- Systémy řízení motoru
- Systémy řízení převodů

2.1 SYSTÉMY ŘÍZENÍ PODVOZKU

Elektronické systémy řízení podvozku, mají za cíl především zlepšení dynamiky a stability vozidla a také usnadnění ovládání vozidla řidičem. Můžeme je rozdělit na 5 podsystémů: [2]

- Řízení vozidla
- Protiblokovací, stabilizační, protiprokluzové systémy
- Řízení pružení
- Řízení brzd

2.1.1 Systémy řízení vozidla

Elektronické systémy řízení vozidla přispívají ke zvýšení komfortu řidiče a aktivní bezpečnosti. K těmto systémům řadíme posilovače řízení, aktivní mechanismy řízení a elektronické řízení všech kol. [2]

Posilovače řízení:

Posilovače řízení slouží k lepšímu ovládání volantu řidičem a tím i celého vozidla. Systémy posilování řízení se nejčastěji vyskytují ve třech variantách: [2]

- hydraulické servořízení HPS
- elektrohydraulické servořízení EPHS
- elektronické servořízení EPS

Hydraulické servořízení HPS

Hydraulický posilovač brzd funguje na principu přepuštění tlakového oleje na levou či pravou stranu pístu a tím umožňuje snadnější ovládání. Čerpadlo pro posilovací účinek je poháněno klikovým hřídelem. Hydraulické servořízení není ovládáno řídicí jednotkou, a proto se jím nebudeme v práci dále zabývat. [2]

Elektrohydraulické servořízení

Funkce: Elektrohydraulické servořízení, je systém pro podporu řízení, která se mění v závislosti na rychlosti otáčení volantem a na rychlosti jízdy vozidla. Systém má vlastní integrovanou diagnostiku, takže řidič během jízdy nezaznamená jeho aktivaci, to zajišťuje vyšší komfort řízení a bezpečnost jízdy. [3]

Princip: Na rozdíl od hydraulického servořízení je čerpadlo pro posilovací účinek poháněno elektromotorem. To umožňuje měnit ovládací síly v závislosti na rychlosti jízdy. Řídicí jednotka dostává informace od snímače rychlosti a pomocí elektrohydraulického regulátoru ovládá řídicí ventil. [2]

Řídicí jednotka:

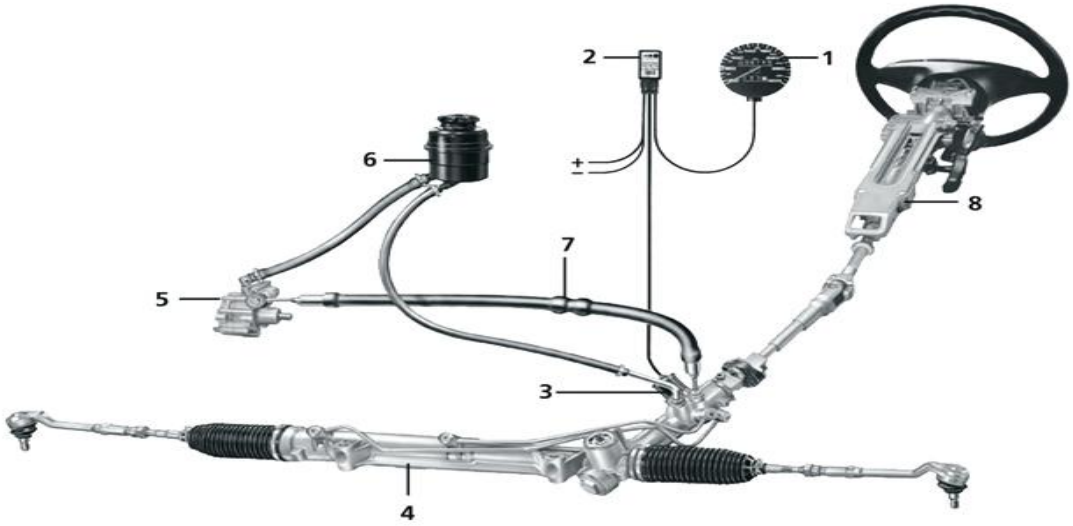
Řídicí jednotka dostává tyto informace:

- otáčky motoru
- rychlost jízdy
- rychlost otáčení volantem

Řídicí jednotka má za úkol:

- převádět signály k pohonu čerpadla v závislosti na dodaných informacích
- chránit proti opětovnému zapnutí sytému při poruše

Konstrukce: Konstrukce systému je znázorněna na obrázku.



Obrázek č. 2 Schéma elektrohydraulického servořízení [4]

1. Snímač rychlosti
2. ECU
3. Elektrohydraulický regulátor
4. Převodka hřebenové řízení
5. Čerpadlo
6. Zásobník oleje
7. Antivibrační pěnová hadice
8. Ručně nastavitelný sloupek řízení

Elektronické servořízení:

Funkce: Elektronické servořízení má stejnou funkci jako řízení elektrohydraulické, ale využívá jiný mechanismus a konstrukci systému. Nejčastěji se používají tři typy elektronického servořízení: [2]

- C-EPS (Column assist type Electric Power Steering)
- P-EPS (Pinion assist type Electric Power Steering)
- R-EPS (Rack assist type Electric Power Steering)

Princip: Elektronické servořízení pracuje s mechanickým systémem oproti hydraulickému. Místo čerpadla používá elektromotor a redukční převodovku, která pohání ozubenou tyč. Tyto systémy mají společné hlavní komponenty. Skládají z elektromotoru, redukční převodovky, snímače a elektronické řídicí jednotky. Snímače snímají úhel natočení na volantu, moment na volantu a moment v řízení. Řídicí jednotka vyhodnotí tyto informace a akčními členy ovládá elektromotor. Může tak ovládat posilování nebo tlumení řízení. [2]

Řídicí jednotka:

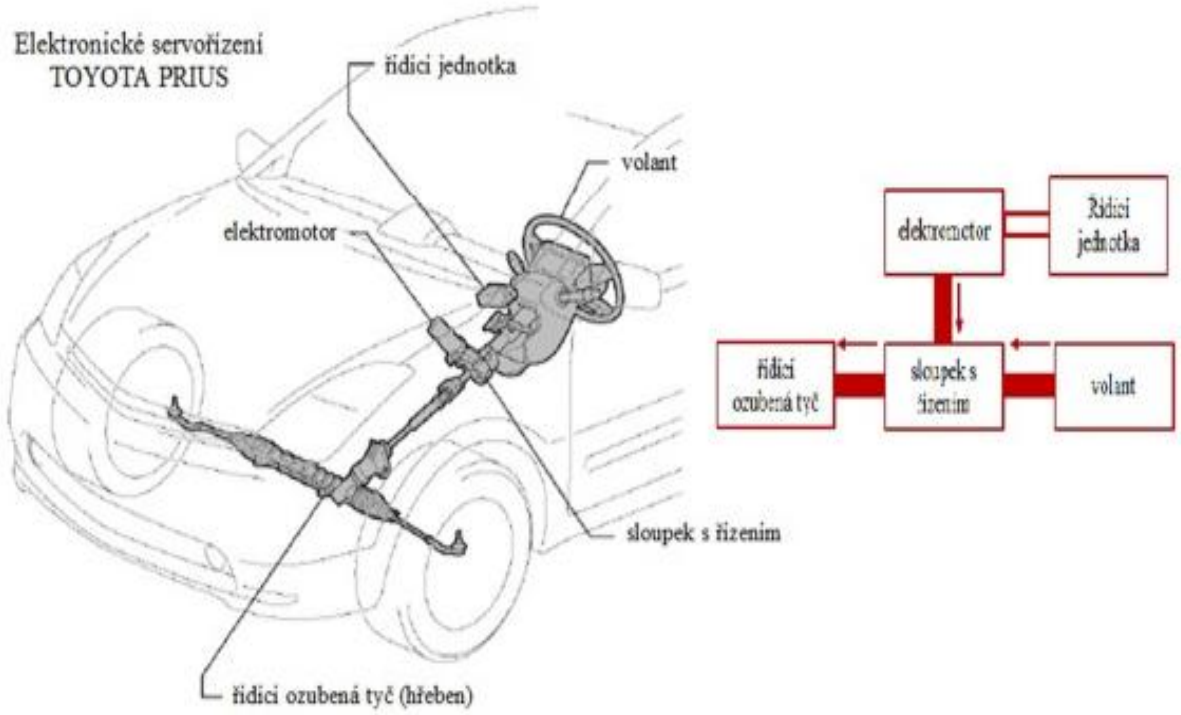
Řídicí jednotka dostává tyto informace:

- úhel natočení volantu
- moment na volantu
- moment v řízení
- informace od dalších řídicích jednotek (DSR, ESP)

Řídicí jednotka má za úkol:

- vyhodnotit informace a předat pokyn akčním členům k ovládání elektromotoru
- chránit proti opětovnému zapnutí sytému při poruše

Konstrukce: Konstrukce elektronického servořízení je schematicky znázorněna na obr.



Obrázek č. 3 Elektronické servořízení EPS [5]

Aktivní řízení

Funkce: V současné době vývoj směřuje k vývoji systémů bez mechanické vazby. Systém aktivního řízení automaticky přizpůsobuje převod v řízení rychlosti automobilu. Čím vyšší je rychlost vozidla, tím větší je převod, což přispívá ke směrové stabilitě vozidla. Vzhledem k dopravní situaci tak systém dokáže nastavit větší nebo menší úhel než je nastaven řidičem na volantu. Systém kombinuje prvky řízení bez mechanické vazby společně s klasickým mechanickým spojením volantu s přední nápravou. [2]

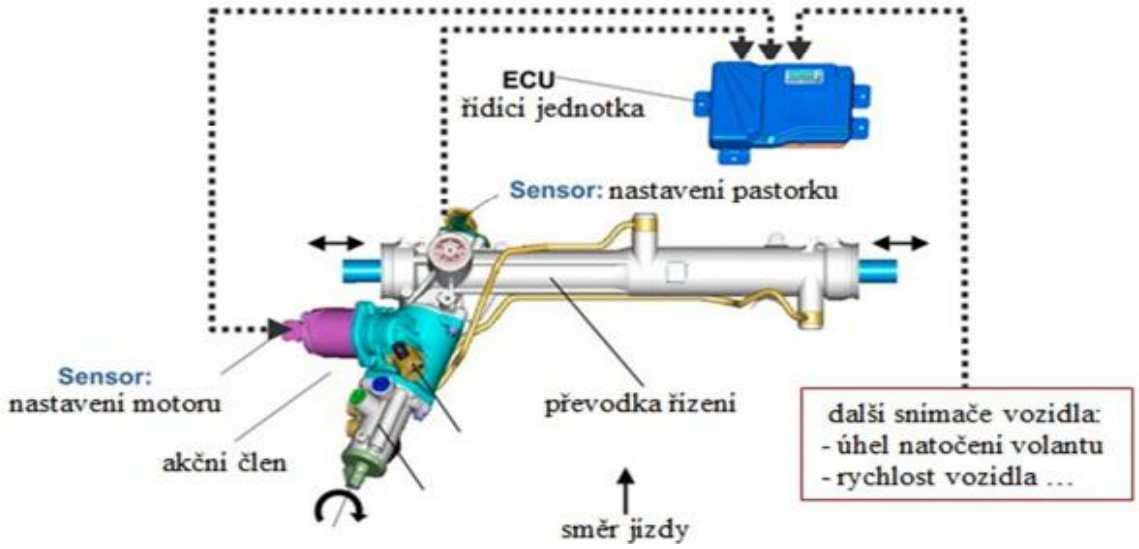
Princip: Řídicí příkazy se nejprve převedou na elektrické impulsy. Tyto impulsy potom ovládají elektromechanické a elektrohydraulické ovladače. Řídicí jednotka může kontrolovat signály od řidiče a ve spolupráci se dalšími řídicími jednotkami může korigovat úhel natočení kol v závislosti na rychlosti jízdy. V případě že systém není, aktivní probíhá natáčení kol klasicky s pomocí mechanické vazby mezi volantem a koly. [2]

Bezpečnostní předpisy Evropské Unie nařizují mechanickou vazbu mezi přední nápravou a volantem, proto není možné tuto vazbu v systému zcela vynechat.

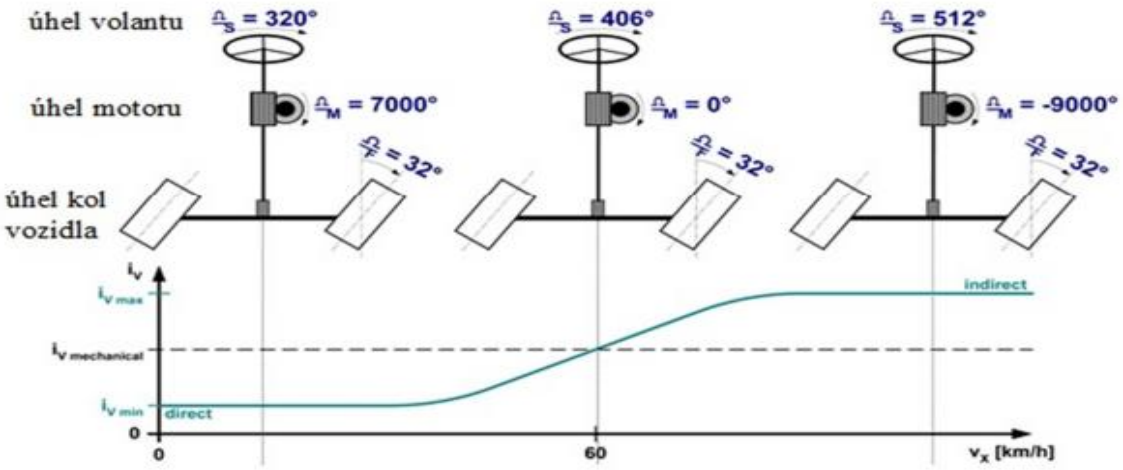
Řídicí jednotka: Řídicí jednotka dostává informace především ze snímače nastavení elektromotoru, snímače nastavení pastorku, snímače úhlu natočení volantu, snímače rychlosti vozidla. [2]

Řídicí jednotka vyhodnotí tyto informace a pomocí akčního členu reguluje převod řízení. Tuto činnost dokáže provést až 100x za sekundu.

Konstrukce: Konstrukce systému aktivního řízení je schematicky znázorněna na obrázku.



Obrázek č. 4 Schéma aktivního řízení [6]



Obrázek č. 5 Určení převodového poměru podle rychlosti jízdy [6]

2.1.2 Protiblokovací, stabilizační, protiprokluzové systémy

Tyto systémy zaručují bezpečné chování vozu v kritických situacích (např. při průjezdu zatáčkou, prudké brzdění). Vyhodnocují během jízdy několik ukazatelů, jako jsou rychlost a natočení volantu a při nebezpečí smyku přibrždují jednotlivá kola a automobil je tak schopen se vrátit zpět do původního směru. [7]

ABS (Antiblockiersystem, Anti-lock Brake System)

Funkce: ABS je systém, který během jízdy reguluje velikost prokluzu kol. Zabraňuje tak zablokování kol při intenzivním brzdění, nebo u brzdění s nízkou adhezí. ABS reguluje brzdnou sílu u jednotlivých kol a zabraňuje tak jejich zablokování. Tím zabraňuje ztrátě ovladatelnosti vozidla. Systém dokáže změnit tlak v brzdné soustavě až 16x za sekundu.

Systém ABS musí především zajišťovat: [8]

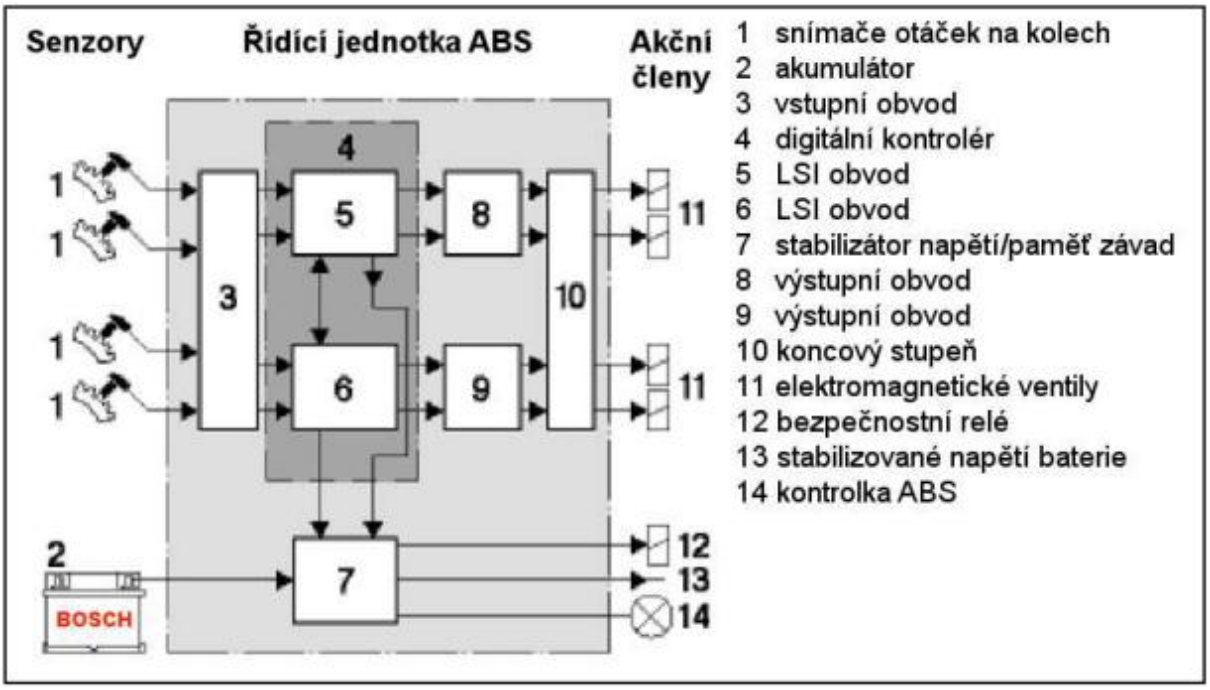
- Regulaci brzdění, tak aby nedošlo ke ztrátě kontroly nad vozidlem
- Musí probíhat při jakékoliv rychlosti vozidla
- Musí rozeznat aquaplaning
- Musí maximálně využívat součinitel adheze tak, aby využíval maximální brzdnou sílu, při které nedojde ke smyku

Princip: Řídicí jednotka dostává neustále informace ze snímačů otáček jednotlivých kol a tyto informace porovnává. V případě náhlého snížení otáček u sledovaného kola předává pokyn akčnímu členu (hydraulická jednotka), který dané kolo odbrzdí. Kolo se tak opět dostane do pohybu a snímač opět předává informace řídicí jednotce, která může vydat příkaz k opětovnému odbrzdění kola. Toto se může opakovat až 16x za sekundu. Systém ABS pracuje do rychlosti 4 km/h a poté se automaticky odpojí. [9]

Řídicí jednotka:

Řídicí jednotka dostává informace od jednotlivých snímačů a neustále porovnává jejich frekvenci a vypočítává rychlost každého kola. Řídicí jednotka dále vypočítava tzv referenční rychlost vozidla, kterou určí z rychlosti dvou diagonálně umístěných kol. Tuto rychlost pak porovnává s otáčkami kol. Řídicí jednotka je díky tomuto neustálému porovnávání schopna určit zrychlení, zpomalení a skluz jednotlivých kol i vozidla.

Při nastartování vozidla se vždy provádí kontrola funkce ABS. Systém kontroluje části obvodů, které nejsou pří jízdě aktivní. Dále provádí sebekontrolu a zjišťuje spící závady. V případě, že je zjištěna závada na systému, dá řídicí jednotka znamení řidiči o nefunkčnosti systému a systém brzdění vozidla je prováděn bez ABS. Závada se následně uloží do paměti, odkud ji později můžeme zjistit diagnostikou. [9]



Obrázek č. 6 Schéma řídicí jednotky ABS [10]

Řídicí jednotka dostává informace z několika snímačů. Nejdůležitější jsou však snímače podélného zrychlení a snímač otáček kol.

Snímač podélného zrychlení:

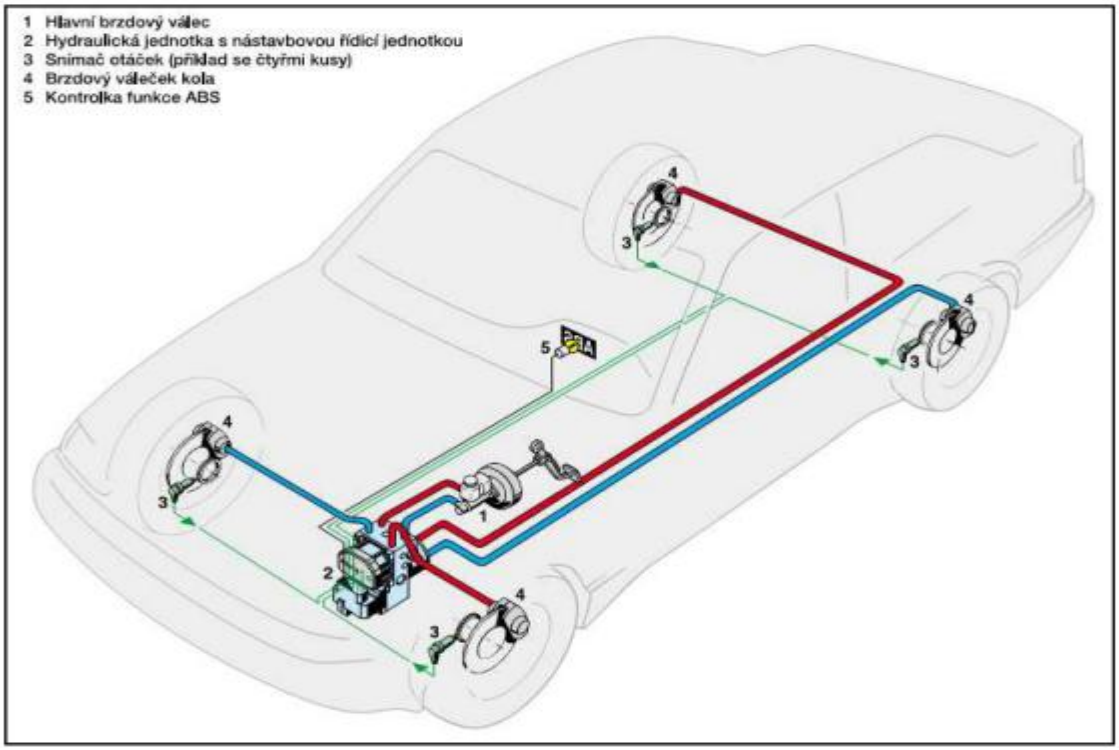
Tento snímač je využíván především u vozidel s pohonem všech čtyř kol. V případě, že by u vozidla s pohonem všech kol došlo k zablokování jednoho kola, můžou se zablokovat i ostatní kola. V tomto případě řídicí jednotka nedokáže vyhodnotit správnou rychlost vozidla. Proto se u vozidla s pohonem všech kol používá ještě snímač podélného zrychlení nebo zpomalení. Řídicí jednotka tak dokáže rozpoznat, zda se jedná o blokování pouze jednoho kola, nebo všech kol. [9]

Snímač otáček kol:

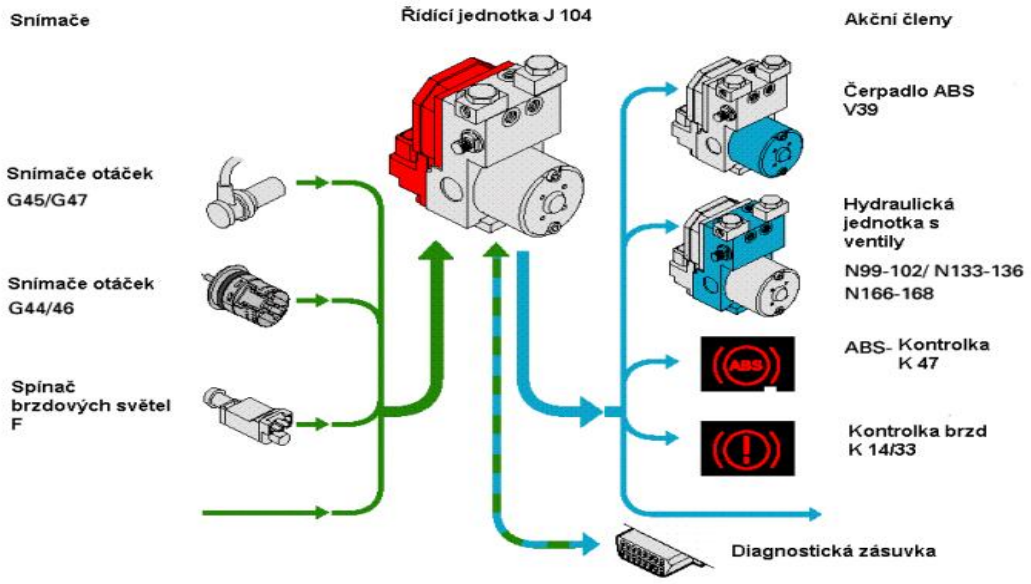
Tento snímač dává řídicí jednotce informace o otáčkách na jednotlivých kolech. Snímač otáček kol využívá elektromagnetické indukce. Snímač se skládá z cívky navinuté na

permanentním magnetu a impulzního kola. Impulzní kolo je pevně připojeno ke kolu vozidla. S otáčením kola se v cívce indukuje napětí, které se zvyšuje úměrně s otáčkami kol. [9]

Konstrukce:



Obrázek č. 7 Systém ABS ve vozidle [11]



Obrázek č. 8 Komponenty systému ABS [12]

Elektronická uzávěrka diferenciálu (EDS)

Systém EDS je doplňkem systému ABS a využívá stejnou řídicí jednotku. Nahrazuje diferenciál se zvýšenou svorností. Umožnuje lepší rozjezd na povrchu s rozdílným koeficientem tření pod jednotlivými koly. Kolo, které prokluzuje je brzděno a na kolo které má větší přilnavost je přiváděna větší hnací síla. Využívá stejných komponentů jako systém ABS. [2]

Protiprokluzový systém ASR (Anti-Slip Regulation)

Tento systém je opět rozšířením systému ABS a využívá stejnou řídicí jednotku. Systém zabraňuje prokluzu kol při rozjíždění a akceleraci. Při zvyšování točivého momentu motoru se zvyšuje hnací moment na kolech. Pokud hnací moment překročí určitou mez, dojde k prokluzu kol a snížení maximální přenositelné hnací síly. Systém ASR sníží prokluz hnacích kol na přijatelnou hodnotu. Toho dosáhne snížením okamžitého točivého momentu motoru. Řídicí jednotka proto musí být propojena s řídicí jednotkou motoru které předává informace a ta ovládá škrticí klapku. Systém musí reagovat nezávisle na akceleraci. Proto musí být propojení mezi pedálem a ovládacími členy motoru elektronické. [2]

Elektronické řízení výkonu motoru (EMS)

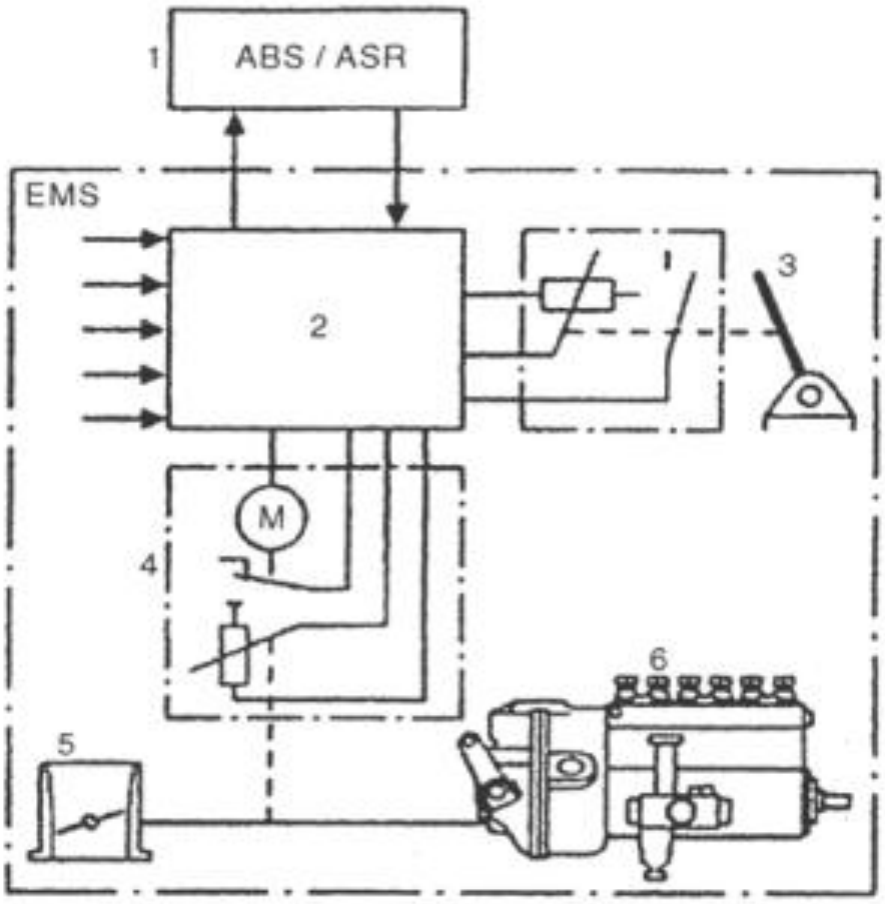
Funkce: Tomuto systému se hovorově říká „elektronický plyn“. Propojení mezí akceleračním pedálem již není mechanické ale elektronické. [2]

Princip: Systém snímá polohu akceleračního pedálu, kterou převádí na elektrický signál. Signál odesílá do **řídicí jednotky EMS.** Řídicí jednotka vyhodnotí tento signál, společně se signály z dalších snímačů a řídicích jednotek a pomocí akčních členů ovládá motor vozidla. [2]

Řídicí jednotka: Řídicí jednotka dostává informace ze snímače polohy akceleračního pedálu, ze snímače otáček motoru, snímače teploty a dalších.

Řídicí jednotka předává příkazy elektromotoru, který ovládá škrticí klapku nebo regulační tyč čerpadla. Informace o poloze škrticí klapky nebo regulační tyče jsou posílány zpět do jednotky.

Konstrukce:



Obrázek č. 9 Systém EMS [2]

1 – elektronická řídicí jednotka ABS/ASR,

2 – elektronická řídicí jednotka EMS, 3 – pedál akcelerátoru

4 – elektromotor nastavovače

5 – řídicící klapka

6 – vstřikovací čerpadlo.

Elektronické rozdělení brzdné síly (EBD)

Systém EBD reaguje na změnu zatížení jednotlivých náprav a podle zatížení reguluje brzdný tlak. Může tak nahradit starší systémy jako např. omezovací ventily brzdného tlaku nebo automatickou zátěžovou regulaci [2]

Elektronický stabilizační systém ESP

Funkce: Systém ESP zlepšuje ovladatelnost vozidla, při situacích, ve kterých by za jiných okolností již bylo vozidlo těžce ovladatelné a mohlo by dojít ke kritické situaci (např. smyku). Systém ESP je rozšířením systémů ABS a ASR, které dokáží regulovat skluz nebo prokluz kola pouze v podélném směru. Systém ESP reguluje prokluz i v příčném směru. Tím zabraňuje smýkání vozidla do strany. Oproti systému ABS/ASR, který reaguje při prudkém brzdění/prudké akceleraci, systém ESP zasahuje samočinně bez vlivu řidiče. Systém ESP neustále vyhodnocuje především dva faktory. Směr jízdy vozidla a směr, kterým si řidič přeje jet. [2]

Systém ESP může, mít různá obchodní označení. Například ASC, AH, ASMS, CBC DSC, EDS a mnohé další.

Princip:

Jestliže systém vyhodnotí příčně dynamický kritický stav vozidla, přibrzdí příslušná kola, čímž vytváří točivý moment kolem svislé osy vozidla. Tímto momentem může kompenzovat nedotáčivý nebo přetáčivý pohyb vozidla. Současně sníží rychlost vozidla tak ,že vydá příkaz řídicí jednotce motoru, která sníží točivý moment motoru na požadovanou hodnotu. Tím dosáhne lepšího stabilizačního účinku. [9]

Systém ESP se skládá z těchto komponentů [9]

Snímače:

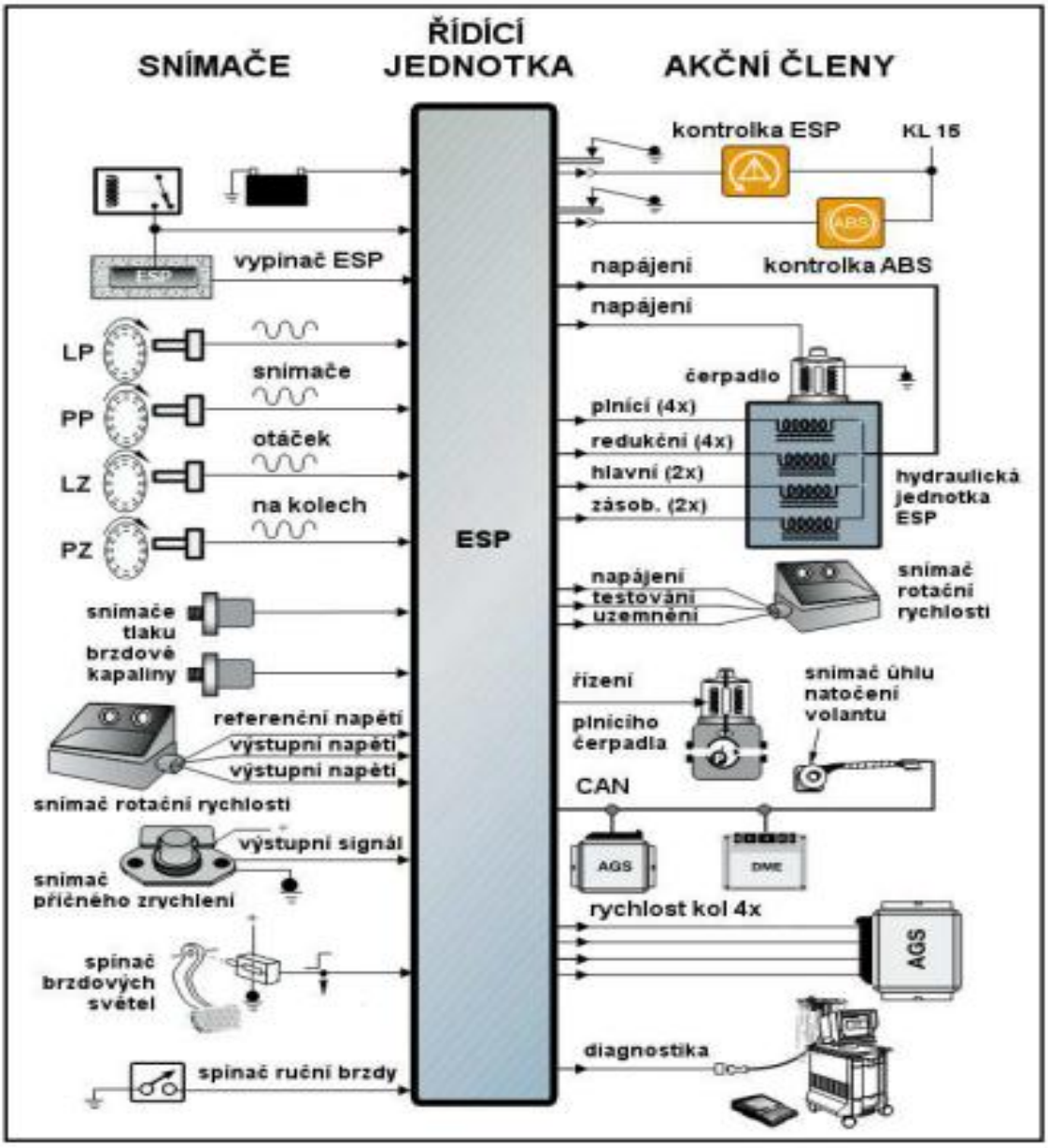
- snímač otáček kol
- snímač úhlu natočení volantu
- snímač příčného a podélného zrychlení
- snímač rotační rychlosti
- snímač brzdných tlaků v jednotlivých okruzích (hydraulické jednotky, ovládání motoru, převodovky)

Elektronická řídicí jednotka

Akční členy (hydraulické jednotky, řídicí jednotka motoru, řídicí jednotka brzd)

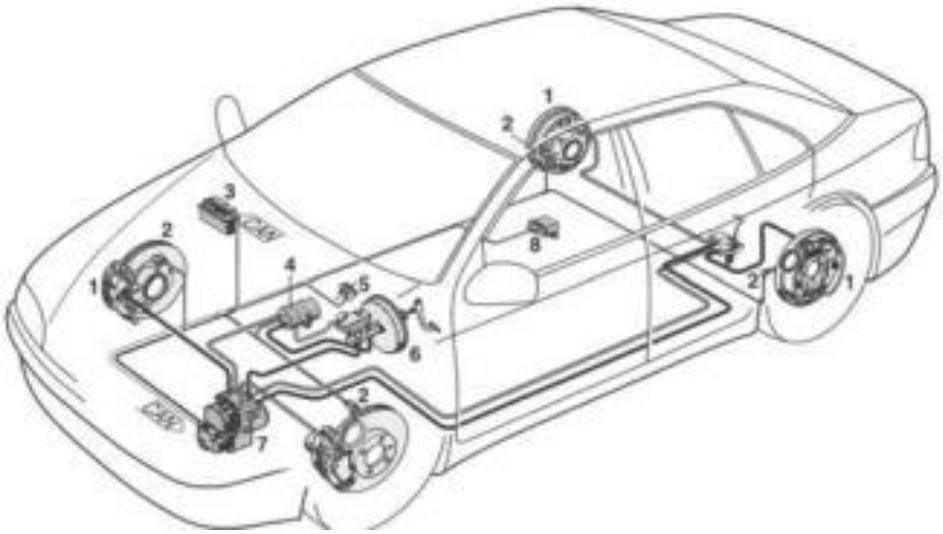
Řídicí jednotka

Řídicí jednotka dostává informace z výše uvedených snímačů. Z těchto informací je řídicí jednotka schopna určit příčnou rychlost vozidla, úhly směrových úchylek kol, boční síly na kolech, podélnou rychlost vozidla a těžiště vozidla. Z vypočítaných hodnot řídicí jednotka vyhodnotí skutečný směr pohybu vozidla. Řídicí jednotka dále určí polohu akceleračního nebo brzdového pedálu a z rychlosti a natočení volantu vyhodnotí směr vozidla požadovaný řidičem. Řídicí jednotka ovládá akční členy brzd a komunikuje s dalšími řídicími jednotkami, například s řídicí jednotkou motoru nebo automatické převodovky. [9]



Obrázek č. 10 Řídicí jednotka ESP [9]

Konstrukce:



Obrázek č. 11 Systém ESP ve vozidle [13]

1. brzdy
2. snímače otáček
3. řídicí jednotka
4. nastavovač řídicí klapky
5 předřazené čerpadlo se snímačem neregulovaného brzdného tlaku
6. snímač úhlu natočení volantu
7. posilovač brzdného účinku
8. hydraulická jednotka ABS
9. snímač stáčivé rychlosti se snímačem bočního zrychlení.

2.1.3 Elektronické brzdové soustavy

Brzdové systémy vozidla jsou nejdůležitější systémy vozidla z hlediska bezpečnosti. Čistě mechanické brzdy se již v moderních vozidlech nevyskytují a jsou nahrazeny elektronickými brzdovými soustavami. [2]

Elektrohydraulická brzdová soustava EHB

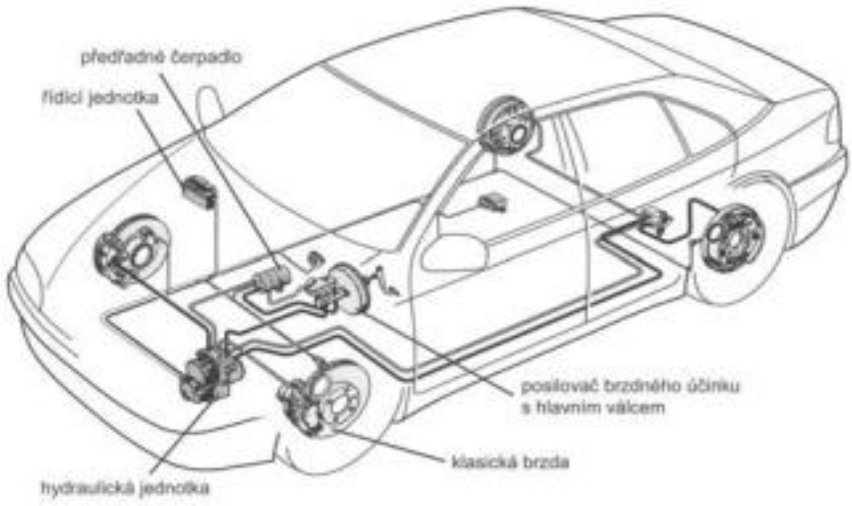
Funkce: Elektrohydraulická brzda využívá k brzdění kol stejně jako hydraulická brzda tlak vyvinutý brzdnou kapalinou. Brzdný tlak však není vyvíjen v brzdném posilovači, ale je vyvíjen čerpadlem. [2]

Princip: Řídicí jednotka dostává informace ze snímače polohy brzdového pedálu, a podle toho určí jakou silou je brzdný pedál stlačen. Spolu s dalšími informacemi vyhodnotí

potřebný tlak. Tyto informace předává čerpadlu a to pomocí regulačních okruhů přenáší brzdný tlak k jednotlivým brzdám. V případě poruchy systému, je přenos tlaku uskutečněn klasickým mechanickým způsobem. [14]

Řídicí jednotka: Řídicí jednotka dostává informace ze snímače polohy brzdného pedálu, snímače rychlosti vozidla a dále dostává informace z řídicích jednotek systémů ABS/ASR případně ESP.

Konstrukce:



Obrázek č. 12 Konstrukce systému EHB [14]

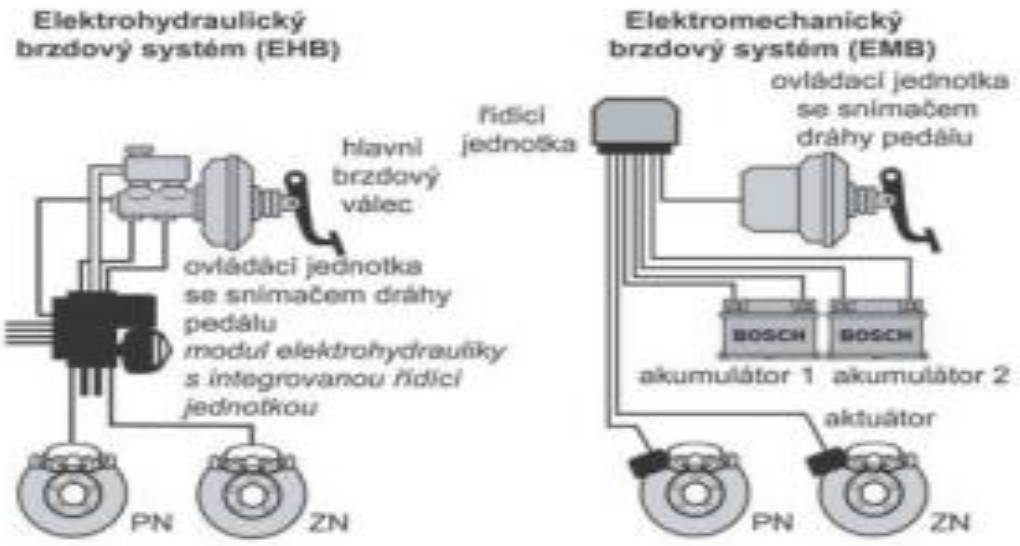
Elektromechanická brzdová soustava

Funkce: Elektromechanická soustava nevyužívá k vyvíjení brzdného tlaku hydraulický systém, ale používá mechanické akční členy. [14]

Princip: Tento systém využívá elektromotory vestavěné do kol, které pomocí tzv. aktuátorů vyvíjejí brzdnou sílu. Odpadá tak hydro-pneumatický rozvod tlaku. Elektronický systém řízení je podobný jako u systému EHB, kdy snímač snímá tlak na pedál, předá informaci řídicí jednotce, která ovládá elektromotory. [14]

Řídicí jednotka: Řídicí jednotka využívá stejné snímače jako řídicí jednotka systému EHB, avšak k vyvíjení brzdného tlaku dává signál elektromotorům v kolech

Konstrukce:



Obrázek č. 13 Elektronické brzdové systémy pro osobní automobily (Bosch) [14]

2.2 ASISTENČNÍ SYSTÉMY

Asistenční systémy vozidla slouží především ke zvýšení bezpečnosti a komfortností jízdy. Asistenční systémy se dají rozdělit na: [14]

- systémy podporující vozidlo (ABS, ASR, ESP atd.)
- systémy podporující řidiče

Systémy podporující vozidlo byly popsány výše, proto se budu v dalším textu věnovat systémům podporujícím řidiče.

2.2.1 Systémy pro udržování bezpečného odstupu:

Tyto systémy mají za úkol hlídat bezpečnou vzdálenost od překážky (vozidla, pevné překážky)

Tempomat

Funkce: Tempomat je zařízení, které dokáže udržovat konstantní, předem nastavenou rychlost jízdy, bez ovládání plynového pedálu. [14]

Princip: Řídicí jednotka dostává informace ze snímačů rychlosti, případně načte hodnotu rychlosti např. ze systému ABS. Tato hodnota se porovná s předvolenou hodnotou

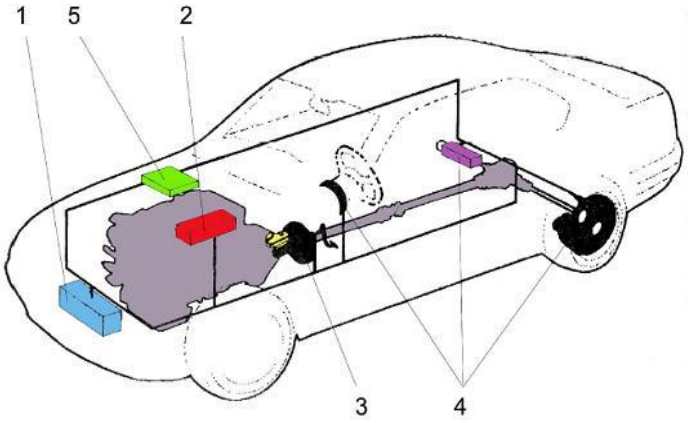
rychlosti a pomocí škrticí klapky reguluje rychlost. Při sešlápnutí jakéhokoliv pedálu řidičem je funkce tempomatu přerušena. [14]

Systém pro udržování bezpečného odstupu ACC

Funkce: Systém zajišťuje dodržování bezpečného odstupu od vozidel jedoucích před vozidlem s tímto systémem.

Princip: Systém pomocí radarových, nebo ultrazvukových snímačů vyhodnocuje rychlost a vzdálenost vozidla jedoucího před sebou. Vyhodnocuje minimální bezpečnou vzdálenost a při překročení této vzdálenosti dává signál řidiči, případně sníží točivý moment motoru, nebo aktivuje brzdový systém. Systém nereaguje na stojící překážky ani na vozidla jedoucí v protisměru. [14]

Konstrukce:



1. snímač vzdálenosti
2. řídicí jednotka
3. elektronické řízení brzd
4. snímače stáčivé rychlosti, otáček kol a úhlu řízení
5. regulátor ACC

Obrázek č. 14 Konstrukce systému ACC [15]

Systém ACC se uplatňuje v mnoha různých modifikacích a vylepšeních např. systém s aktivním akceleračním pedálem, nebo systémem pro hustý provoz a dopravní zácpu. Základní princip je podobný, mění se však logické vyhodnocovaní údajů řídí jednotkou a přidáním některých snímačů pro získání většího množství informací. [14]

2.2.2 Prediktivní asistenční systémy

Systémy, které dokáží rozpoznat kritickou situaci dříve, než skutečně nastane a aktivně tak pomáhají ke zvýšení bezpečnosti.

Systém PSS

Systém PSS je předvídavý aktivní bezpečností systém. Pro zmírnění následků nárazu využívá tří fází: [14]

Preset: V této fázi systém vyhodnocuje použití bezpečnostních prvků. Na základě informací ze snímačů (rychlost vůči překážce, vzdálenost, čas do nárazu), vyhodnotí, zda použít bezpečností prvky a postupuje do druhé fáze prefire. [14]

Prefire: Na základě dodaných informací z první fáze se aktivují bezpečnostní prvky (např. dopnutí bezpečnostních pásů) dříve než dojde k samotné srážce. [14]

Preact: Ve třetí fázi se aktivují prvky pro zmírnění nárazu, jako například aktivace nouzového brzdění. [14]

2.2.3 Další asistenční systémy

Systém pro zmenšení slepého úhlu

Tyto systémy pomocí kamer, laserových snímačů a radarů dávají řidiči informace o dění kolem vozidla, případně zabraňují vybočení vozidla, jestliže se vedle něho nachází jiné vozidlo. Pomáhají tak řidiči odstranit neúplný výhled z vozidla za použití běžných zpětných zrcátek. [14]

Systémy pro udržení vozidla v jízdním pruhu

Systém pomocí optických snímačů dokáže určit střed jízdního pruhu, ve kterém se vozidlo pohybuje. V případě vybočení vozidla ze středu jízdního pruhu, dává řidiči akustický nebo optický signál o vybočení. Některé systémy vozidlo aktivně podporují udržet se v jízdním pruhu. [14]

Systémy usnadňující parkování

Systém na základě snímačů umístěných za vozidlem, nebo kolem celého vozidla, dává řidiči informace o vzdálenosti od pevné překážky. Pro signalizování vzdálenosti se používají

optické, nebo akustické signály. Některé systémy pomáhají aktivně ovládat vozidlo. Systém sám vyhodnotí, jestli je pro zaparkování dostatek prostoru. [14]

Systémy pro jízdu do kopce nebo z kopce

Tyto systémy využívají především vozidla SUV nebo terénní vozidla. Při jízdě do kopce zabraňují couvání vozidla při malém točivém momentu. Systém využívá synchronizaci brzd a motoru. Při sešlápnutí plynového pedálu systém úměrně odbrzďuje vozidlo. [14]

2.2.4 Informační a navigační systémy

Informační systémy

S příchodem a rozmachem elektronických řídicích systémů vozidel, se také zlepšují možnosti předání informací řidiči. Palubní počítač získává informace od jednotlivých řídicích jednotek a na palubní desce, tak může řidiče informovat o různých údajích, jako je ujetá vzdálenost, průměrná rychlost spotřeba, množství paliva, dojezdu vozidla atd.

Dále může předávat informace o stavu osvětlení, činnosti motoru aktivaci některých systémů (ABS, ESP atd.)

Navigační systémy

Navigační systémy využívají družicové signály k určení polohy vozidla. Z těchto signálů je systém schopen určit i rychlost vozidla, vzdálenost od cíle a čas potřebný k jeho dosažení.

Nejpoužívanější navigační systém je v současné době systém GPS avšak v provozu je již také systém Galileo a dá se očekávat jeho postupné využívání pro navigační systémy ve vozidlech.

2.3 ZÁDRŽNÉ A OCHRANNÉ SYSTÉMY

Tyto systémy slouží ke zvýšení bezpečnosti především při nehodě vozidla.

Bezpečnostní pásy

Bezpečnostní pásy slouží k zabránění dopředného pohybu pasažéra způsobeným prudkým snížením rychlosti. Ke zmenšení dráhy volného pohybu se používá předepnutí bezpečnostních pásů v případech, kdy dochází k aktivaci airbagů. Provádí se buď mechanicky, nebo pyrotechnicky.

Bezpečnostní vaky (airbagy)

Funkce: Při nehodě dochází k rychlému nafouknutí vaků uložených ve volantu nebo palubní desce plynem a tím dochází k ochraně horních částí těla řidiče nebo spolujezdců. Při aktivaci airbagů musí být zapnuty bezpečnostní pásy, jinak je jejich ochranný účinek eliminován a může dojít i k ublížení na zdraví vlivem airbagů. Airbagy mají za úkol chránit hlavu a hrudník při čelním nárazu do pevné překážky rychlostmi do 60km/h a při čelním nárazu dvou vozidel při relativní rychlosti do 100 km/h. Ve starších automobilech se většinou nachází pouze čelní airbagy, ale u novějších vozidel se počet airbagů zvyšuje (boční, zadní atd.). Airbag musí být plně nafouknutý ještě před kontaktem s tělem. [14]

Princip: Řídicí jednotka vyhodnotí signály ze snímačů zrychlení (zpomalení), nebo ze snímačů přetížení a vyšle signál k roznětce airbagů. Po explozi roznětky se ve vaku zapálí pyrotechnická patrona, která vyvine plyn a ten nafoukne airbag. Naplnění hlavního čelního airbagu trvá asi 40 ms. V airbagu jsou otvory pro únik plynu. Vyprázdnění airbagu trvá asi 80-100ms. [14]

Řídicí jednotka:

Řídicí jednotka dostane informaci ze snímačů zrychlení (zpomalení), nebo ze snímačů přetížení. V případě, že vyhodnotí nutnost použití airbagů, vyšle signál k předpínači pásů a k roznětce airbagů. Řídicí jednotka tedy vyhodnotí změnu rychlosti v čase, tedy pomalení. U některých systémů určuje přetížení, které vzniklo při střetu.

2.4 ŘÍZENÍ MOTORU

Elektronické řízení motoru je velice složitý a komplexní systém řízení využívající velké množství snímačů a informací. K jeho detailnějšímu popisu by bylo zapotřebí samostatné práce. Řízení motoru se může diametrálně odlišovat dle jednotlivých typů motoru, požadavků na výkon, obsahu motoru, výrobců atd. Nejdůležitějšími úkoly elektronického řízení motoru je řízení vstřikování, řízení zapalování a řízení výfuku. [16]

2.4.1 Elektronické řízení zážehových motorů

Řízení zapalování zážehových motorů

Funkce: Systém, řízení zapalování má za úkol zažehnout jiskru ve válci ve správný okamžik. Ten záleží především na dvou faktorech: otáčkách motoru a zatížení motoru. Správné načasování zažehnutí směsi je důležité pro efektivní spálení dodávaného paliva.

Princip: Mechanismus zapalování se liší především podle výrobce a druhu řízení motoru. Vychází však ze stejného principu. Využívají zdroje nízkého napětí, snímače polohy, otáček klikového/vačkového hřídele, snímače teploty. Informace ze snímačů jsou předány řídicí jednotce, ta společně s dalšími informacemi vyhodnotí správný okamžik zážehu a pošle signál zdroji napětí, který zažehne jiskru na svíčce umístěné ve válci [16]

Vstřikování paliva (zážehového motory)

Funkce: Systém vstřikování paliva má za úkol hlídat především složení směsi tak aby byla v ideálním poměru vzduch:palivo. Jako ideální poměr je udáváno složení 14,7:1. Tento poměr se značí jako $\lambda=1$. Pro různé provozní režimy je však nutné poměr směsi přizpůsobit:

- studený start: bohatší směs
- akcelerace: bohatší směs
- nízké zatížení motoru: chudší směs
- přetáčení motoru: chudší směs

Princip: Řídicí jednotka dostává informace ze snímačů (snímač hmotnosti nasávaného vzduchu, snímač polohy vačkového hřídel, snímač polohy klikového hřídele, lambda sonda, poloha akceleračního pedálu, snímač tlaku paliva, snímač teploty a další) Tyto informace dostává řídicí, jednotka, která je vyhodnotí a předává příkazy akčním členům (palivové čerpadlo, vstřikovače).

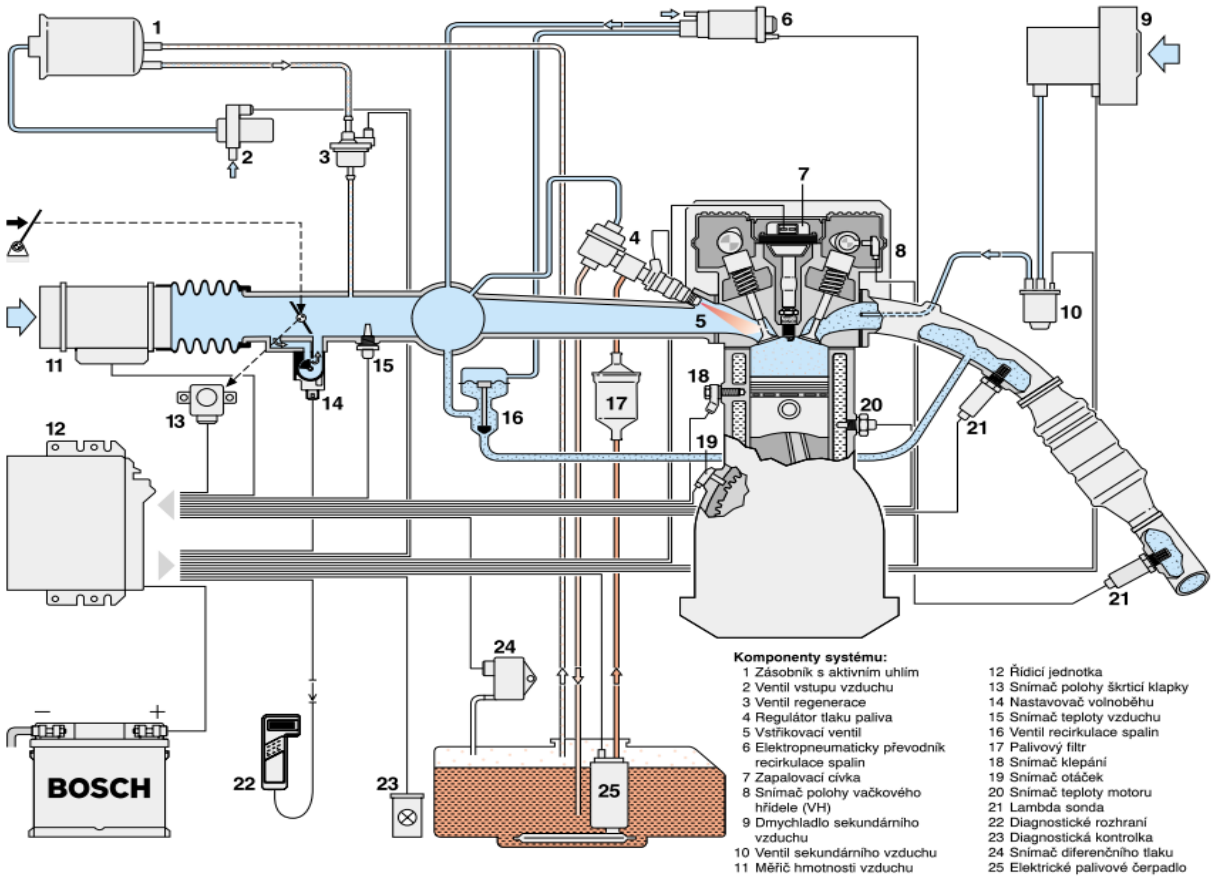
Elektronické systémy řízení motory se dělí především podle toho, zda se jedná o motor vznětový nebo zážehový. Pro zážehový motor vyvinula firma BOSCH elektronický řídicí systém MOTRONIC který se využívá ve většině osobních vozidel a neustále se vyvíjí.

Elektronicé řízení zážehových motorů Motronic:

Funkce: Elektronický systém od firmy BOSCH v sobě ukrývá veškerou elektroniku, která je potřebná pro chod zážehového motoru. Využívá jednu hlavní řídicí jednotku, která dostává informace od snímačů umístěných v systému. Z těchto informací řídicí jednotka určí provozní stav motoru a určí potřebné ovládací signály, které předává akčním členům, jejichž prostřednictvím motor řídí. [17]

Řídicí jednotka spolupracuje s dalšími řídicími jednotkami, především se systémy zajišťující stabilitu a dynamiku jízdy (ABS, ASR, ESP atd.) [17]

Princip činnosti: Řídicí jednotka má v sobě uloženy charakteristické hodnoty, pro provoz v různých provozních podmínkách. Hodnoty, zjištěné snímači systému se porovnávají s hodnotami uloženými v řídicí jednotce a ta pak vyhodnotí okamžitý provozní stav motoru. [14]



Obrázek č. 15 Systém Motronic [18]

2.4.2 Elektronické řízení vznětových motorů

Elektronické řízení vznětových motorů se od zážehových liší především způsobem přípravy směsi. Motor pracuje se vyššími kompresními tlaky, tzn., že je potřeba dodat větší množství vzduchu. Motor pracuje vždy s přebytkem vzduchu. Palivo je vstřikováno do již stlačeného vzduchu, takže příprava směsi probíhá až ve spalovacím prostoru. Protože směs je zapálena vlivem zvyšování tlaku a tím i teploty, odpadá použití jiskrových svíček, ale používají se svíčky žhavící, které zvyšují teplotu ve spalovacím prostoru. [36]

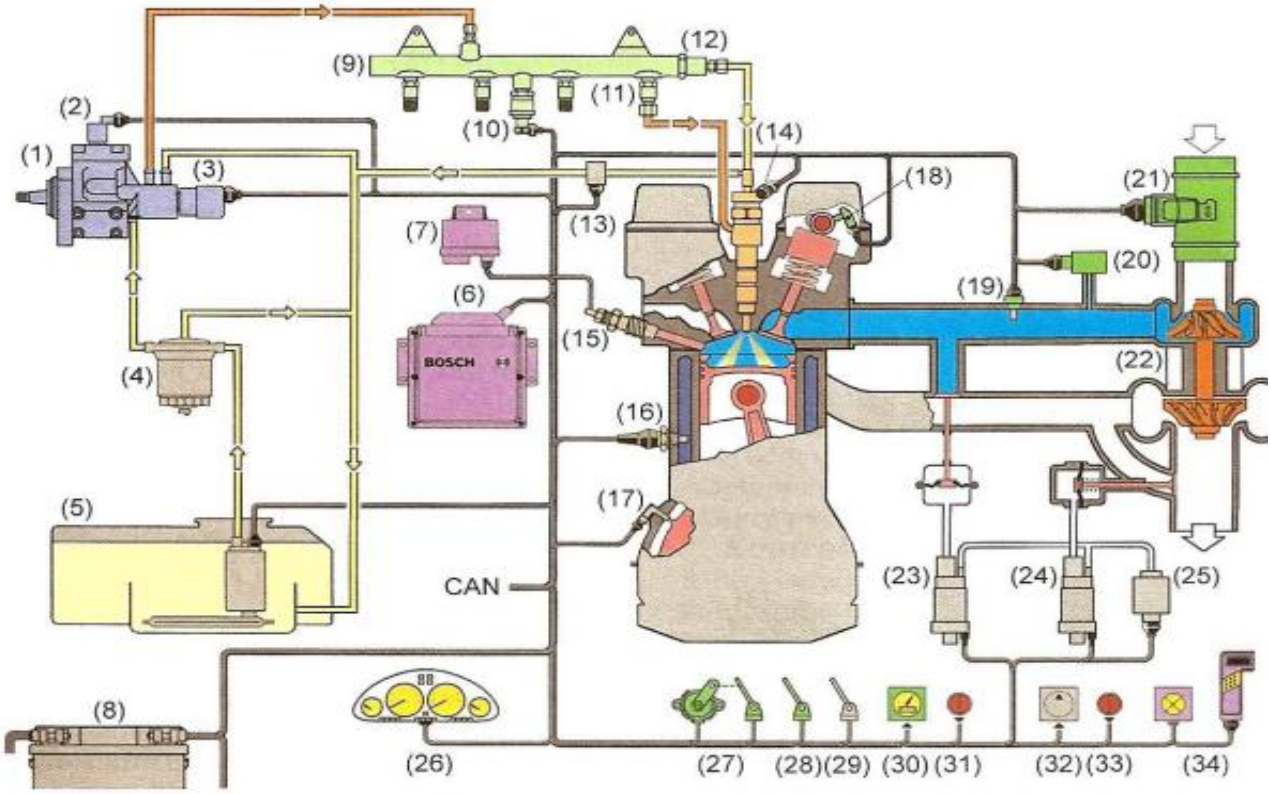
Výrobci vozidel používají různá označení vznětových motorů. Motory se však nejčastěji dělí podle toho, jestli používají turbodmychadlo k přeplňování vzduchem, případně nejsou přeplňované. Dále je možné vznětové motory rozdělit podle typu použitého palivového čerpadla. Například palivová soustava PLD (Pumpe - Leitung - Düse – Systém), palivová soustava PDE (palivová soustava se sdruženými vstřikovacími jednotkami), palivová soustava Common-Rail. [36]

Common-Rail:

Funkce: Palivový systém Common-Rail využívá stále větší množství automobilek a v současné době patří k nejrozšířenějším systémům řízení vznětových motorů. Systém Common-Rail využívá tlakový zásobník ve kterém je talk vytvářen nezávisle na otáčkách množství vstřikovaného paliva. Palivo je nachystáno v tlakovém zásobníku a řídicí jednotka vypočítavá jeho potřebné množství. To je dáno dobou, po kterou je otevřena vstřikovací tryska a tlak pod kterým je vstřiknuto. Výhody systému Common-Rail jsou především nižší spotřeba, vyšší výkon a snížení emisí. [36]

Princip: Palivo je vedeno pomocí nízkotlakého čerpadla přes nízkotlaké potrubí a je přiváděno do vysokotlakého čerpadla. Z vysokotlakého čerpadla je palivo přiváděno do tlakového zásobníku tzv. railu který je společný pro všechny vstřikovače. Řídicí jednotka určuje okamžik otevření jednotlivých vstřikovačů a množství vstřiknutého paliva. Systém využívá jedno vysokotlaké čerpadlo, nejnovější systémy jsou schopny dosahovat tlaků až přes 2000 barů. [36]

Konstrukce:



Obrázek č. 16 Elektronický řídicí systém Common rail [36]

1. vysokotlaké čerpadlo
2. odpojovací ventil čerpadla
3. regulátor tlaku paliva
4. palivový filtr
5. palivová nádrž s palivovým čerpadlem
6. řídicí jednotka motoru
7. ovládací jednotka žhavení
8. akumulátor
9. vysokotlaký zásobník paliva (rail)
10. snímač tlaku paliva
11. omezovač průtoku paliva
12. pojistný ventil
13. snímač teploty paliva
14. vstřikovač
15. žhavící svíčka
16. snímač teploty chladící kapaliny
17. snímač polohy a otáček klikového hřídele
18. snímač polohy a otáček vačkového hřídele
19. snímač teploty plnícího vzduchu
20. snímač plnícího tlaku
21. měřič hmotnosti nasávaného vzduchu
22. turbodmychadlo
23. elektropneumatický převodník recirkulace
24. regulace plnícího tlaku turbodmychadla
25. podtlakové čerpadlo
26. přístrojová deska
27. snímač polohy akceleračního pedálu
28. spínač brzdového pedálu
29. spínač spojkového pedálu
30. snímač rychlosti vozidla
31. ovládání tempomatu
32. kompresor klimatizace
33. ovládání klimatizace
34. diagnostická kontrolka

2.5 ŘÍDICÍ JEDNOTKY, KTERÉ PŘI NEHODĚ ZAZNAMENÁVAJÍ DATA

Říci přesně, které řídicí jednotky při nehodě zaznamenají data je poměrně obtížné, jelikož záleží především na tom, jaké poškození při nehodě vzniklo. Obecně můžeme říci, že při vzniklé závadě na motoru se vždy do řídicí jednotky motoru uloží společně s kódem závady i data okolního prostředí, která obsahují vždy rychlost vozidla, polohu škrticí klapky, otáčky motoru, teploty a některé další údaje, které by mohly být užitečné pro analýzu nehody či pojistného podvodu. Při dopravní nehodě, u které došlo k poškození elektronického systému řízení motoru, dochází často ke vzniku chyb, které nevznikají přímo v okamžiku nehody, ale až v určitém časovém odstupu, například po vypnutí a opětovném sepnutí kontaktu, vlivem zkratů v systému a podobně. Tzn., že chyba sice vznikla vlivem nehody, ne však přímo v okamžiku nehody. Proto můžou být někdy informace z řídicích jednotek motoru poněkud zavádějící a je potřeba rozlišovat zda chyba vznikla přímo v okamžiku nehody (například mechanickým přerušením vedení od snímače, mechanickým poškozením apod.), nebo vznikla z jiné příčiny (například v závislosti na nefunkčnosti jednoho systému vozidla, můžou vznikat chyby v jiných systémech, pozdějších zkratech, opětovném sepnutí kontaktů). Je třeba důsledně posoudit, zda vzniklá chyba byla způsobena přímo v okamžiku nehody, což může být poněkud obtížné. Řízení motoru je popsáno v kapitole 2.4.

Dalším systémem, který může o průběhu nehody hodně napovídat, jsou ochranné systémy. Především airbagy a elektronické předpínání pásů. Data z těchto systémů můžeme načíst, samozřejmě jen pokud došlo k jejich aktivaci, na druhou stranu můžeme informace z řídicích jednotek těchto systémů (pokud se je podaří získat) vztahovat přímo k okamžiku nehody. Získání dat z těchto řídicích jednotek je však poněkud problematické a většinou nejde provádět standartními diagnostickými přístroji. Návod jak postupovat při získání dat z řídicích jednotek airbagů je popsán v kapitole 7.4. Elektronické ochranné systémy jsou popsány v kapitole 2.3.

Další systémy, ve kterých se při nehodě mohou zaznamenat data, jsou stabilizační systémy a systémy řízení brzd. U většiny moderních vozidel jsou zahrnuty v řídicí jednotce systému ESP, který je popsán v kapitole 2.1.2 a 2.1.3.

Vozidla vyšší třídy bývají vybavena asistenčními systémy, které pomáhají udržet vozidlo v bezpečné vzdálenosti od překážek (například systém ACC). Tyto systémy bývají při

nehodě často aktivní a také je možné z nich získat informace o průběhu nehody. Systém ACC je pospán v kapitole 2.2.1

Důležitá data mohou být také uložena v řídicí jednotce centrální elektroniky. Tato jednotka ovládá osvětlení vozidla, stahování oken apod. Data z této řídicí jednotky mohou sloužit spíše pro účely odhalování pojistných podvodů, protože zaznamenávají především datum a čas vzniku závady.

V řídicích jednotkách výše uvedených systémů je největší pravděpodobnost zaznamenání dat užitečných pro analýzu nehod a pojistné podvody. Není však vyloučeno že tyto informace mohou být uloženy i v řídicích jednotkách jiných elektronických systémů. Záleží především na druhu použité řídicí jednotky a informacích s kterými daná řídicí jednotka pracuje.

3 DIAGNOSTIKA ŘÍDICÍCH JEDNOTEK

Technická diagnostika

Technická diagnostika vychází z řeckého slova „dia-gnozis“. To v překladu znamená skrze poznání. Technická diagnostika má za účel zkoumat technické objekty (například stroj, vozidlo, skupiny vozidel, součásti vozidel) z hlediska jejich schopnosti vykonávat určitou činnost, neboli posouzení jejich technického stavu. Výsledkem technické diagnostiky je posouzení stavu diagnostikovaného objektu. Stav objektu může být správný, mezní čí nesprávný. [33]

Technickou diagnostiku můžeme rozdělit podle účelu na: [33]

- dílenskou diagnostiku: zkoumá vozidlo jako celek
- provozní diagnostiku: zkoumá funkční skupiny vozidla
- výzkumnou diagnostiku: uplatňuje se ve zkoušení a vývoji

Metody technické diagnostiky:

- vnitřní diagnostika
- vnější diagnostika
- funkční diagnostika

Vnitřní diagnostika

U vnitřní diagnostiky předpokládáme, že během provozu vozidla je průběžně kontrolován stav jednotlivých systémů (řízení motoru, podvozku, systémy bezpečnosti atd.). Této diagnostice se nejčastěji říká palubní diagnostika, anglicky On Board Diagnostic (OBD). Diagnostika upozorňuje řidiče na případný vznik závady signály na palubní desce. Tato závada je také uložena do řídicí jednotky ve formě číslicového kódu, odkud může být pomocí diagnostických přístrojů načtena. [19]

Vnější diagnostika

Vnější diagnostika testuje prvky, u kterých vzniká podezření na závadu, zahrnuje například měření multimetrem, nebo osciloskopem. [19]

Funkční diagnostika

Funkční diagnostikou zjišťujeme, je-li signál ze snímačů věrohodný, nebo je-li snímač funkční. Zjišťujeme konkrétní hodnotu, a porovnáváme s rozmezím hodnot, ve kterých může signál ležet, aby byl pro řídicí jednotku věrohodný. [19]

Přesto že pojem diagnostika řídicích jednotek by podle výše uvedených definic měl zkoumat stav řídicí jednotky, je tento termín běžně používaný pro načítání dat z řídicích jednotek a diagnostiku elektronických systémů vozidel.

3.1 DIAGNOSTIKA ELEKTRONICKÝCH SYSTÉMŮ

Palubní diagnostika OBD1

OBD je souhrnné označení norem, které vznikly kvůli sjednocení kontroly spalování motoru, chodu motoru a emisních norem pro všechny vozidla. Účelem této normy je aby servisy a stanice technických kontrol mohli prověřit všechny vozy. Norma OBD sjednocuje většinu předchozích norem používaných výrobci. Pro komunikaci s vozem využívá norma datovou sběrnici K-Line, od roku 2004 sběrnici CAN-BUS. [19]

Tento systém používá k signalizaci závady tzv. vyblikávání přes kontrolku. Pro zjištění kódu závady je nutné spočítat, kolikrát příslušná kontrolka blikla. Blikací kód se odečítá buď z kontrolky, nebo pomocí voltmetru případně osciloskopu. [19]

Palubní diagnostika OBD II

Modernější diagnostika, která nahradila původní OBD I vytváří kódy závad ze dvou částí. Kódu DTC (Diagnostic Trouble Code) a FMI (Failure Mode Identification). DTC kód označuje součást, na které vznikla závada a FMI kód udává typ závady. Požadavky na OBD II jsou větší než na původní systém OBD I. Stanovuje sledování funkcí komponent z hlediska emisí a závad. Diagnostika v řídicí jednotce průběžně vyhodnocuje informace o dodržení emisních limitů. Nejčastěji používaná metoda je kontrola neklidu chodu klikového hřídele. Vychází z předpokladu, že při vynechání zážehu dojde ke snížení otáček. V případě vzniku poruchy je do řídicí jednotky uložen kód závady a současně podmínky **prvního výskytu této poruchy. [19]**

Evropská palubní diagnostika EOBD

Evropská palubní diagnostika (European On-Board Diagnostic), je obdobou diagnostického systému OBDII. Je to diagnostický systém, který má za úkol kontrolu emisí výfukových plynů a také identifikuje závady vzniklé na systémech vozidla a tyto závady a možné příčiny ukládá pomocí kódů do elektronických řídicích jednotek vozidel. [27]

U moderních spalovacích motorů jsou určeny předpisy pro elektronické řízení a složení emisí výfukových plynů. Tyto předpisy jsou označovány jako norma OBD. Tato norma zajišťuje co nejmenší vznik škodlivin a jejím cílem je aby po celou dobu provozu motoru byl obsah těchto škodlivin co nejmenší. [28]

V případě že systém OBD ve vozidle zjistí závadu, která může mít vliv na obsah škodlivin, uloží tuto závadu ve formě kódu do řídicí jednotky. Systém poté indikuje vznik závady a pomocí diagnostického zařízení můžeme z řídicí jednotky zjistit, o jaký typ závady se jedná. Po odstranění závady v servise se diagnostickým přístrojem uložená chyba vymaže z paměti řídicí jednotky a vozidlo může pokračovat v provozu. Tím je zajištěn minimální vznik škodlivin a jejich vypouštění do ovzduší. [28]

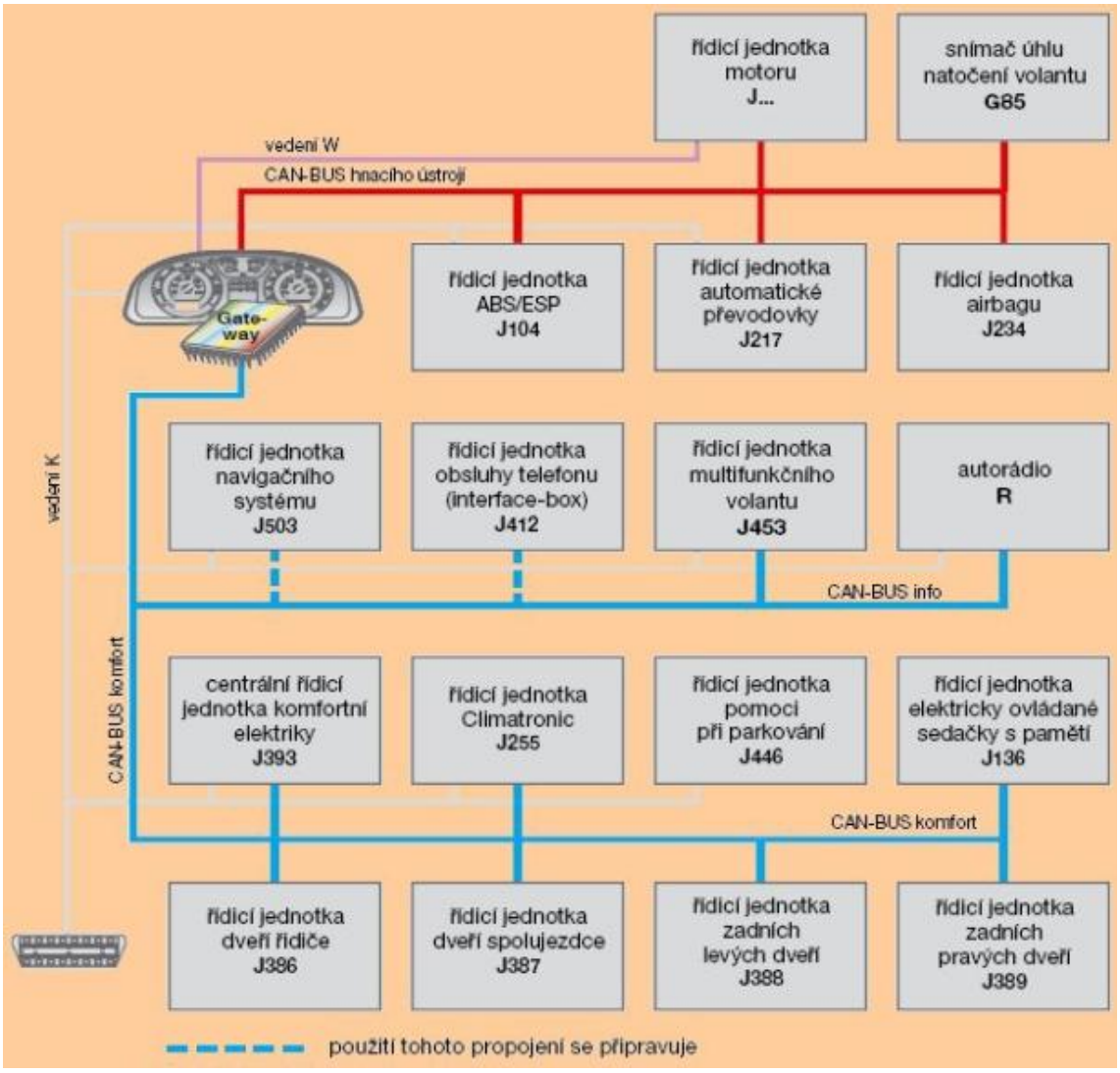
Norma EOBD je tedy obdobou normy OBD a vztahuje se na vozidla dodávané na Evropský trh. Norma EOBD také určuje předpisy pro diagnostický konektor EOBD, přes který se připojuje diagnostické zařízení, které komunikuje s řídicími jednotkami vozidla. Tato diagnostická zásuvka byla využívána v experimentální části práce při zkoumání nehodových dat vozidel. Dříve přenos dat využíval systému K-line, tedy přenos přes vodiče K a L. U současných vozidel se však vyžívá rychlejší a spolehlivější sběrnice CAN-BUS popsaná v kapitole 3.2 [28]



Obrázek č. 17 Diagnostický konektor EOBD [28]

3.2 PŘENOS DAT

Protože se v současných vozidlech zpravidla vyskytuje více řídicích jednotek a tyto řídicí jednotky si navzájem předávají informace, bylo nutné vytvořit jednoduchý systém přenosu dat mezi nimi. Většina výrobců dnes využívá systému CAN-BUS od firmy K-line. Řídicí jednotka vysílá do sítě signály a ostatní řídicí jednotky tyto signály přijímají a vyhodnocují. V případě že řídicí jednotka vyhodnotí, že jsou pro ni signály důležité, přijme je a využije. Je tak možné zapojit do sítě neomezené množství členů. Veškerá data jsou přenášena po dvou vedeních. Rychlost přenosu dat je až 1Mbit/s. [20]



Obrázek č. 18 Propojení řídicích jednotek vozidla Škoda Superb sběrnicí CAN-BUS [1]

3.3 DIAGNOSTICÉ PŘÍSTROJE A SOFTWARE

V této práci jsou používány diagnostické přístroje, které slouží ke komunikaci s elektronickými řídicími jednotkami a využívají tedy metody vnitřní diagnostiky. Přestože do kategorie diagnostické zařízení může spadat velké množství přístrojů paralelní diagnostiky (multimetr, osciloskop apod.) budou v další části textu jako diagnostické přístroje, nebo diagnostický software označovány přístroje sloužící ke komunikaci s řídicími jednotkami vozidel a diagnostice elektronických systémů vozidel. Výrobci tyto přístroje nejčastěji označují jako diagnostický přístroj, diagnostický scanner nebo diagnostický software.

V současné době jsou na trhu diagnostické přístroje, sloužící k diagnostice nebo také diagnostický software, který se instaluje do běžného počítače nebo notebooku a ten se pomocí diagnostického kabelu propojí s vozidlem přes diagnostickou zásuvku EOBD. Jednotlivý výrobci automobilů používají autorizovanou diagnostiku, kterou také nařizují používat svým autorizovaným servisům. Tyto diagnostické přístroje se označují jako originální. Na trhu však existuje velké množství dalších diagnostických přístrojů a softwaru, který není výrobcem vozidel přímo doporučován. Těmto diagnostickým přístrojům se říká neoriginální.

Originální diagnostické přístroje

Autorizované servisy pro jednotlivé značky mají od výrobce vozidla předepsané diagnostické přístroje. Servisy jsou většinou nuceny používat konkrétní diagnostický přístroj přímo výrobcem vozidla, proto se nemůže stát, že by vozidlo v autorizovaném servise bylo diagnostikováno neoriginálním přístrojem. Níže jsou uvedeny originální diagnostické přístroje používané některými výrobci vozidel.

- BMW: Modic-II, Modic III, BMW GT1, BMW DIS
- Opel: Tech-II
- Peugeot: Peugeot Planet 2000
- Volkswagen/Audi/Škoda/Seat: VAG-CAN, ODIS
- Fiat: Examiner
- Ford: IDS

Výhodou originálních diagnostických přístrojů by mělo být především relevantnost dostupných dat. Především přístup k informacím se však v poslední době, stává „nevýhodou“ originálních diagnostických přístrojů. Výrobci řídicích jednotek dnes zatím nejsou nijak legislativně nuceni k poskytování všech informací vyskytujících se v řídicí jednotce, proto se

často v autorizovaných servisech setkáváme s tím, že originální diagnostické přístroje nejsou schopny vyčíst veškeré údaje, které jsou v řídicí jednotce uloženy.

Neoriginální přístroje

Na trhu existuje velké množství různých neoriginálních diagnostických přístrojů a softwarů. Proto je těžké hodnotit neoriginální diagnostické přístroje jako celek. Jejich nespornou „výhodou“ je, že výrobci těchto přístrojů nejsou příliš vázáni na výrobce automobilů nebo řídicích jednotek a nejsou tedy ze strany výrobců omezování při poskytování různých funkcí. Proto některé neoriginální diagnostické přístroje umožňují více funkcí, než přístroje originální jedná se především o možnosti rozkódování elektronických řídicích jednotek, tím je možné dostat se k informacím a funkcím, které běžně nejsou dostupné. Například je možné tímto způsobem upravovat výkony motorů. V dnešní době jsou na trhu některá vozidla, která se odlišují výkonovými parametry, přestože jejich konstrukce je naprosto totožná. Je to způsobeno pouze programováním řídicí jednotky. S rozdílným výkonem motorů je pak samozřejmě odlišná i cena vozidel a proto pro výrobce není žádoucí, aby bylo možné řídicí jednotky takto upravovat. Dalšími funkcemi mohou být například přístup a změna některých identifikačních a citlivých údajů. Mohou to být například údaje o počtu ujetých kilometrů, výrobní čísla vozidel apod. Protože změna těchto údajů může sloužit k různým nelegálním činnostem, snaží se výrobci řídicích jednotek změně těchto údajů zabránit. Tyto informace jsou uloženy v paměti EPROM, která by měla sloužit pouze ke čtení (read only memory). K rozkódování řídicí jednotky je zapotřebí speciální software a také zkušenosti autotronika který rozkódování provádí.

Diagnostické zařízení BMW GT1

Diagnostický přístroj BMW Group Test One (GT1) je diagnostický a programovací přístroj zaměřený speciálně na vozidla značky BMW. Přístroj GT1 pokrývá všechny systémy všech sérií vozidel značky BMW. Přístroj GT1 se používá ke komunikaci s řídicími jednotkami vozidla, a pro programování řídicích jednotek. [29]

BMW GT1 se skládá z několika částí:

- TIS systém: technický a informační systém.
- DIS systém: diagnostický a informační systém.
- SSS systém: Modul pro programování a konfiguraci jednotek.
- Měřící systém

- Řídicí systém

Funkce přístroje GT1:

- Čtení a mazání chybových kódů ECU
- Live data (aktuální hodnoty)
- Test akčních členů
- Programování / kódování / konfigurace ECU
- Lokalizace komponent
- Příručky pro opravy a konfiguraci ECU
- Podrobná el. schémata



Obrázek č. 19 Diagnostické zařízení BMW GT1 [29]

Diagnostické zařízení TECH II

Diagnostické zařízení TECH II spojuje výhody přenosného přístroje a počítač. Diagnostické zařízení disponuje displejem a jednoduchou klávesnicí, proto je možné s přístrojem provádět diagnostiku i v náročném prostředí, ve kterém by použití běžného počítače nebylo vhodné. Přístroj TECH II je také možné připojit k osobnímu počítači a pomocí softwaru lze provádět veškeré diagnostické funkce. Diagnostické zařízení je využíváno především pro vozidla Opel a GM. [30]

Funkce diagnostického zařízení TECH II:

- EOBD/OBDII scantool
- Podporuje standardy E-OBD, OBD-II, CAN, ISO, SAE



- 4-kanálový osciloskop
- Informační i diagnostický software v PC i v TS Pro
- Pracuje i bez PC

Obrázek č. 20 Diagnostické zařízení TECH II [30]

Diagnostické zařízení VCDAS

Diagnostický program VAG-COM (VCDS) je software, který je možné nainstalovat do osobního počítače a pomocí propojovacího kabelu komunikuje přes diagnostickou zásuvku s řídicími jednotkami ve vozidlech. Tento diagnostický software se využívá především pro vozidla VW, Škoda, Audi, Seat. Diagnostický software zvládá funkce, jako jsou čtení a mazání pamětí závad řídicích jednotek, měření hodnot a aktivaci akčních členů, nastavování konfigurací jednotek, kódování. Dále je zde na výběr množství dalších funkcí jako nastavení servisních intervalů, programování klíčů, nastavení startovací dávky, nastavení světel, změna jazyka palubního počítače, zapnutí automatického svícení a další. Diagnostický software podporuje vedení K-line i CAN-BUS. Je určen pro všechny modely koncernu Volkswagen se systémem EOBD. [31]

Diagnostické zařízení VAS 5052A

VAS 5052A je diagnostické zařízení, které využívají autorizované servisy vozidel koncernu VW, tzn. vozidla Škoda, Audi, Seat a VW. Diagnostické zařízení bylo navrženo jako robustní celek s ergonomickým uspořádáním a hmotností asi 3,5 kg. Tato konstrukce je vhodná do dílenského prostředí. VAS 5052 slouží k připojení přes diagnostické rozhraní

k elektronickým systémům vozidla, úpravě parametrů řídicí jednotky, programování řídicí jednotky a dalším funkcím. [32]

Funkce VAS 5052A:

- načtení paměti chyb všech řídicích jednotek vozidla
- provádění rutinních servisních činností přes diagnostické rozhraní jako je mazání servisních intervalů na displeji, přizpůsobení kódování klíčů, aktivace nebo deaktivace airbagů spolujezdce a bočních airbagů
- kalibrace řídicích jednotek
- další aplikace



Obrázek č. 21 Diagnostické zařízení VAS 5052A [32]

4 MOŽNOSTI ZÍSKÁVÁNÍ NEHODOVÝCH DAT Z ŘÍDICÍCH JEDNOTEK VOZIDEL

Vzhledem k výše popsaným elektronickým systémům vozidel a zaznamenávání dat jejich řídicích jednotkách se objevuje značný potenciál využitelnosti těchto dat při analýze dopravní nehody a odhalování pojistných podvodů. Pro zajištění spolupráce těchto elektronických řídicích systému jsou jednotlivé řídicí jednotky a snímače vzájemně propojeny datovými sběrnicemi. Začalo se tedy uvažovat o možném průběžném zaznamenávání dat z těchto systémů, které by bylo možno z vozidla později načíst a na jejich základě si udělat obraz o průběhu chování vozidla při nehodě. V současné době se testují technologie, které by toto umožňovaly, avšak tyto technologie se zatím využívají především v USA. Na evropském kontinentu jsou teprve ve fázi testování. Nejvýraznější pokrok zatím zaznamenala holandská technologie CrashCube. [23]

Přesto, že vozidla na evropském trhu nejsou záznamovými zařízeními vybavena, existují možnosti, jak z řídicích jednotek vozidel vyčíst informace, které by mohli být použity pro analýzu dopravní nehody, nebo odhalování pojistných podvodů. [23]

V současnosti tedy existují tři způsoby jak využít data z elektronických systémů, potažmo jejich řídicích jednotek ve vozidlech pro analýzu nehod a odhalování pojistných podvodů. [23]

- Crash data retrieval
- Crash Cube
- Standartní diagnostické nástroje

4.1 CRASH DATA RETRIEVAL

Systém zaznamenávání dat z vozidla CDR (crash data retrieval) využívá původní systém EDR (Event Data Recorder). EDR je využíván již mnoho let především v USA a byl určen k průběžnému zaznamenávání a měření různých jízdních parametrů vozidla (zpomalení, rychlost atd.). První snahy o vytvoření záznamového zařízení vznikly v americkém NHTSA (úřad pro bezpečnost na dálnicích) už kolem roku 1970. Využíval analogový signál ke zpracování a záznamové zařízení k uchování nehodových dat. V roce 1974 vybavil 1000

vozidel tímto zařízením a podařilo se analyzovat 26 nehod. Ze záznamových zařízení byla vyčtena rychlost a zpomalení vozidel. [21] [22] [23]

V roce 1975 vydal americký úřad Office of Technology Assessment (OTA) závěrečnou zprávu nazvanou Automobilové nehody: posouzení potřeb a metody získávání informací. Tato zpráva byla zaměřena na zhodnocení výsledků ze záznamových zařízení sponzorovanými NHTSA. Zpráva shrnovala především potřebu získávání většího množství nehodových dat, charakteristiku odpovídajícího programu pro získávání dat, alternativy programu pro sběr dat a federální odpovědnost pro získávání nehodových dat. [21] [22] [23]

V roce 1976 představil General Motors (GM) technologii SDM na limitovaném počtu vozidel. V roce 1970 GM vyvinulo technologii DERM, která zaznamenávala větší množství informací z různých snímačů, včetně airbagů. Tento systém byl testován také na vozech Formula One racecars. [21] [22] [23]

V roce 1996 rozběhla NHTSA program Special Crash Investigation (SCI), který měl za úkol sbírat nehodová data pro podporu výzkumu analýzy dopravních nehod. Většina těchto dat byla získána při nehodách při nižších rychlostech, u kterých však byly vystřeleny airbagy.

V dalších letech se konalo několik konferencí zaměřených na systém EDR, nejdříve se řešili technické problémy, získávání potřebných dat atd. Později však bylo také nutné vyřešit otázku ochrany osobních údajů. [21] [22] [23]

V roce 1999 bylo již vydáno nařízení, že všechny autobusy vyrobené po roce 2003 musí být vybaveny záznamovými zařízeními, která musí poskytovat nejméně tyto informace: příčné zrychlení, podélné zrychlení, vertikální zrychlení, rychlost vozidla, otáčky motoru, bezpečnostní pás řidiče-stav, brzdové světlo-stav (zapnuto / vypnuto), vedoucí / koncové světlo-stav (zapnuto / vypnuto), dveře spolujezdce-stav (otevřeno / zavřeno), nouzový stav dveří (otevřeno / zavřeno), brzdový systém-stav (normální / varování). [21] [22] [23]

V roce 2000 vyvinula společnost Vetronix systém CDR (Crash Data Retrieval). Byl to první systém, který umožňoval širší veřejnosti využívat a stahovat data z instalovaných jednotek EDR. [21] [22] [23]

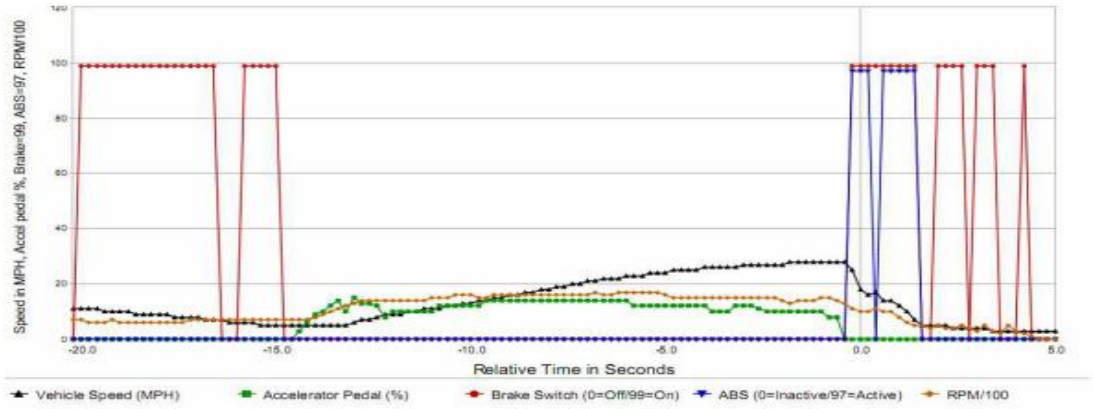
Systém CDR vyvinula firma Vetronix, kterou v roce 2004 zakoupila firma BOSCH. Využívá dat z jednotek EDR, která je integrovaná v řídicí jednotce airbagu a přes datové rozhraní komunikuje s hlavní řídicí jednotkou. Tento systém průběžně ukládá do paměti informace o provozním stavu vozidla. Data se po určitém časovém úseku přemazávají. V případě nehody jednotka ještě může uložit některá doplňková data. Data, která se ukládají

povinně, jsou například rychlost, aktivace brzd. Dle typu EDR můžou být také zaznamenány údaje o osvětlení vozidla, bezpečnostních pásech, zařazeném rychlostním stupni atd. [21] [22] [23]

Tyto informace se pak dají z vozidla získat speciálním diagnostickým softwarem. Přes konektor OBD II. Přesnost zaznamenaných dat je určena vyhláškou (49 Code of Federal Regulations).



Obrázek č. 22 Systém CDR [23]



Obrázek č. 23 Data získaná z CDR [23]

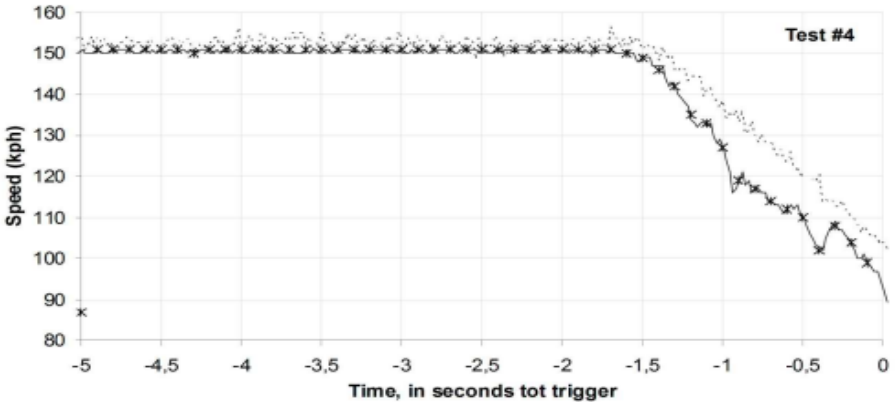
4.2 CRASH CUBE

Crash cube je projekt nizozemské policie, která se inspirovala používáním černých skříněk EDR v USA. Cílem projektu je vyvinutí černé skříňky na principu EDR, ze které by bylo možné číst data přes diagnostickou zásuvku OBD II. Dalším cílem tohoto projektu je vytvoření Evropské legislativy, která by přikazovala použití EDR v každém osobním a užitkovém vozidle prodávaném na území Evropské Unie. Nizozemská policie se snaží zapojit do projektu i instituce jiných Evropských států. V současné době je projekt ve fázi testování a je předmětem diskuzí na různých mezinárodních konferencích. Bylo provedeno testování na vzorku automobilů, u kterých byla napojena jednotka EDR na řídicí jednotku airbagů. Dále se

hodnotí zda jsou data zaznamenané v EDR relevantní se skutečnými parametry. Rozdíl mezi Crash Cube a systémem CDR je především v tom, že systém CDR nahrává data průběžně a je tedy možné vyčíst informace o průběhu jízdy ještě před vznikem nehody. Crash cube je zaměřen především na zaznamenání a uložení dat při vzniku nehody. Zaznamenává především tyto informace: [24]

- zrychlení
- rychlost
- poloha akceleračního pedálu
- čas nehody
- použití bezpečnostních pásů
- obsazenost míst ve vozidle
- funkce asistenčních systémů

Toto jsou základní informace, které by měly jít z crash cube načíst. Systém však může ukládat i jiné informace a záleží především na typu vozidla a množství snímačů ve vozidle.



Obrázek č. 24 Porovnání dat z CAN-BUS a EDR [24]

4.3 STANDARDNÍ SERVISNÍ DIAGNOSTICKÉ NÁSTROJE

Další možností, jak získat užitečné informace, je využití „běžně“ dostupných diagnostických softwarů a přístrojů. Načítání těchto dat lze uskutečnit přes diagnostickou zásuvku OBD/OBD II. V kapitole 3 byl vysvětlen princip této diagnostiky. Běžná diagnostika slouží především k opravárenským a servisním činnostem, přesto se v řídicích jednotkách často ukládají data, která se dají také využít pro analýzu nehod. Jak bylo popsáno v kapitole 3, elektronický systém ve vozidle při vzniku závady zaznamená vznik této závady do řídicí jednotky ve formě kódu, podle kterého lze vyčíst, o jakou závadu se jedná. U novějších

vozidel a pouze u některých typů závad se společně s tímto kódem také zaznamenávají data o okolnostech této závady. Tyto data se označují jako „*freeze frame data*“, environmentální data, data okolního prostředí. V závislosti na typu vzniklé poruchy mohou mít tato data různou podobu a také různou vypovídací hodnotu. Dle typu poruchy řídicí jednotka ukládá informace o rychlosti vozidla, příčném zrychlení, podélném zrychlení, poloze akceleračního pedálů, poloze škrticí klapky, otáčkách motoru, teplotě motoru, času vzniku poruchy, zařazeném rychlostním stupni, stavu počítadla ujetých kilometrů a mnohé další. Zaznamenání těchto dat závisí především na typu řídicí jednotky, úrovni elektronických systémů vozidla a množství snímačů ve vozidle. Tyto data by mohli mít pro znalce při analýze dopravní nehody velkou cenu, avšak získání těchto dat sebou nese určitá úskalí.

První problém nastává při ověření relevantnosti těchto dat a jejích přímé souvislosti k okamžiku nehody. Pokud je systém opět uveden do provozu v časovém odstupu po nehodě, například v servise na dílně, může se stát, že řídicí jednotka opět zaznamená stejnou závadu a přemaže kód závady společně s *freeze frame* daty daného prostředí, které tak neodpovídají datům při nehodě. Většina řídicích jednotek tato data uchovává po určitý počet sepnutí zapalování, tzn. otočením klíče v zapalování. Jestliže je během vzniku nehody zaznamenán do *freeze frame dat* i čas a znalci je přibližný čas nehody znám, pak není problém přiřadit vznik poruchy do souvislosti s nehodou či pojistným podvodem.

Druhým a mnohem komplikovanějším problémem je samotné načtení těchto dat z řídicí jednotky. Přestože většina výrobců diagnostických zařízení ve svých manuálech uvádí, že jejich diagnostiky umějí načítat *freeze frame data*, praxe v servisech ukazuje, že skutečnost je odlišná. Většina i originálních diagnostických přístrojů se dostane pouze k základním informacím, tzn. kódu závady případně k informacím o příčině vzniku závady. Některá diagnostická zařízení jsou schopna zjistit určitá freeze frame data, ale zdaleka ne všechna. Tento stav je způsoben kódováním řídicích jednotek jejich výrobci, kteří povolují přístup pouze k určitým údajům. Toto kódování může mít více účelů. Výrobci si tak chrání své know how, zabraňují přístupu k citlivým informacím, např. upravování stavu ujetých kilometrů apod. V Evropské Unii také zatím neexistuje žádná legislativa, která by nařizovala výrobcům řídicích jednotek zpřístupnění všech ukládaných dat. V tomto směru existuje pouze soubor norem OBD/OBDII.

Dle ústních informací a zjištění v servisech přesto existují diagnostické zařízení, která jsou schopna „nabourat se“ do řídicí jednotky a získat z ní informace, ke kterým výrobce řídicí jednotky přístup z určitých důvodů neumožňuje (viz. kapitola 3.3), případně umožňují

programování řídicích jednotek. Například ke změně výkonových vlastností vozidla, změně některých údajů (VIN, údaje o počtu kilometrů) apod. Použití těchto diagnostických prostředků sebou však může přinášet například ztrátu záruky vozidla. Tyto diagnostické přístroje se v běžných servisech nevyskytují a nepodařilo se mi najít nikoho, kdo by umožnil vyzkoušet podobnou přístroj v praxi, proto tyto údaje nebyly ověřeny.

Srovnání rychlosti z freeze frame dat, se skutečnou rychlostí vozidla.

Na konferenci EVU 2013 přednášel Aart Spek a Hans Bot o porovnání dat z EDR a zaznamenaných freeze frame dat. Data byla získána při crash testech, které prováděl holandský úřad TÜV-Rheinland TNO Automotive International (TTAI) v Helmondu. Freeze frame data zjištěná diagnostikou při crash-testech byla následně porovnána s daty zaznamenanými EDR. Při crash testech byly zjišťovány především hodnoty rychlosti a zrychlení. [24]

Test probíhal tak, že vozidla byla z nulové rychlosti akcelerována při zapnutém motoru, na požadovanou rychlost pomocí navijáku. Rychlost byla kontrolována pomocí optického zařízení a celý test byl zaznamenán na kameru. [24]

Zaznamenání freeze frame dat bylo zajištěno cíleným přerušením vedení od vybraných snímačů přesně 40 ms po srážce. V tabulce číslo 1 jsou uvedeny nejvyšší rychlosti, které byly vyčteny z freeze frame dat v porovnání se skutečnými rychlostmi při srážce. [24]

Tabulka č. 1 - Porovnání rychlostí [24]

Vozidlo	FF rychlost (km/h)	Skutečná rychlost (km/h)
A: MB E-Class	98 (3) km/h	100 km/h
B: MB Vito	-----	0 km/h
C: Opel	n.a.	70 km/h
D: VW Golf	100 km/h	70 km/h
E: BMW 96	71 km/h	100 km/h
F: Dodge	n.a.	71 km/h
G: Renault	68 km/h	68 km/h
H: Volvo	50 km/h	50 km/h

I: Peugeot	50 km/h	50 km/h

Tato studie dokazuje, že freeze frame data mohou být cenným zdrojem informací. Je vidět že rychlost zaznamenaná při nehodě, může korespondovat se skutečnou rychlostí. Uvedená data byla z vozidla diagnostikována ihned po crash testu. Posouzení souvislosti poruchy s nehodou není v praxi jednoduché. Freeze frame obsahovat ještě další meta data, jako jsou údaje o počtu najetých kilometrů, počet výskytu vady, počet cyklů bez výskytu vady atd. Je na znalci, aby poskytl správné odůvodnění souvislosti vzniku poruchy s okamžikem nehody. K načtení správných údajů přispívá opatrnost při diagnostice dat. Je třeba zabránit vybití akumulátoru. V případě, kdy je sepnut kontakt může řídicí jednotka inicializovat vznik dalších chybových kódů. Po tom, co je kontakt přerušen, neměl by být znovu sepnut až do doby, kdy je prováděna diagnostika. V ideálním případě by měla být elektronika poškozených systému opravena dříve, než opět sepneme kontakt ve vozidle. [24]

Tabulka č. 2 - Seznam použitých vozidel a použitých diagnostických přístrojů. [24]

Vozidlo	Model	Vin	Diagnostický přistroj
A	E270 CDI Sed. (W211.016)	WDW2110161A583789	MB DAS
B	Mercedes Vito 115 CDI	WDF63970313305870	MB DAS
C	Opel Antara 2007	WOLLA63F170154187	EDR: Bosch CDR
D	Volkswagen Golf 2006	WVWZZZ1KZ6B06734	Ross-Tech VCDS
E	BMW 320TD compact E46 2003	WBAAT71030KR13811	BMW DIS
F	Dodge Caliber 2007	1B3HBN8C57D250721	Autel Maxidas
G	Renault Megane 2008	VF1BZ0A0540793849	Renault CLIP
H	Volvo V50 2006	YV1MW765262202804	Volvo VIDA
I	Peugeot 207 2006	VF3WC9HXC33501760	Peugeot PLANET

Seznam přerušených snímačů při crash testu:

A. Snímač rychlosti zadního pravého kola

C: Snímač rychlosti zadního pravého kola, snímač brzdového světla

D: Snímač rychlosti zadního pravého kola, snímač hmotnosti nasávaného vzduchu

E: Snímač rychlosti zadního levého kola

F: Snímač rychlosti zadního pravého kola, snímač hmotnosti nasávaného vzduchu

H: Snímač rychlosti zadního pravého kola, snímač hmotnosti nasávaného vzduchu

Tabulka č. 3 - Výpis jednotlivých kódů závad [24]

B (Vito) MB DAS	CR4_NFZ (Engine)	1681-001: Airbag signal / Crash signal . Engine emergency off signal from airbag control module	-- km/h
D (VW) VCDS and CrashCube	Engine	18017-P1609 Crash shut Down activated: crash shut down activated	66 km/h
		18057-P1649 Powertrain data bus: missing message from ABS controller	68 km/h
		19557-P3101 Motor for intake manifold flap (V157): open or short to ground	62 km/h
		18080-P1672 Coolant fan activation 1: open or short to ground	55 km/h
		16622-P0238 Manifold pressure / boost sensor (G31) signal too high	4 km/h
		18049-P1641 Please check DTC memory of A/C controller	4 km/h
		17911-P1503 Load signal for alternator term. DF: implausible signal	4 km/h
		19558-P3102 Motor for intake manifold flap: no signal	0 km/h
		18000-P1592 Altitude sensor / boost pressure sensor: implausible correlation	0 km/h
	(Remarks)	1. The vehicle was diagnosed twice; the contact had been switched off in between. The latter two DTC's, 19558-P3102 and 18000-P1592, appeared in the second diagnosis. The first DTC, 18017-P1609 (Crash shut down) found only with the second diagnosis. 2. We were unable to diagnose the ABS controller. 3. Results from the CrashCube prototype matched those of VCDS.	
E (BMW) BMW DIS	ABS-DSC	*5DB0 ABS-DSC: Wheel speed sensor, rear left.*	96 km/h
		5D91 ABS-DSC: Wheel speed sensor, front left.	94 km/h
		5E14 ABS-DSC: CAN-connection to DME/DDE	87 km/h
		5E5D ABS-DSC: Level sensor, brake fluid	0 km/h
		5E24 ABS-DSC: Pressure sensor	0 km/h
G (Renault) Renault Clip	Power Steering	DTCD00186 Multiplex information ABS not correct	1 km/h
	ABS	*DTC403A1D Wheel speed sensor rear right – circuit*	0 km/h
		DTCF00316 Control unit	0 km/u
	Engine	Various (7 DTC's)	0 km/h
		DTC040929 EGR-valve position sensor – circuit	59.63 km/h
G (Renault) Autel MaxiDAS	Engine	DTC040929 EGR-valve position sensor – circuit	60 km/h
H (Volvo) Volvo Vida	Engine (ECM)	*ECM-1320 Mass air flow (MAF) sensor – faulty signal*	*0.90 km/h*
		ECM-1600 Boost pressure sensor – signal outside its permitted range	0 km/h
		ECM-2E00 Fuel pressure control valve – signal missing	5.00 km/h
		ECM-6820 Turbocharger (TC) control valve – signal too low	0 km/h
		ECM-683D Turbocharger (TC) control valve – signal missing	0.10 km/h
	ABS (BCM)	*BCM-0040 Wheel sensor, right rear faulty signal*	40,96 km.h
		BCM-0057 Power supply voltage too low	46.08 km/h
		BCM-0101 Communication between control units Communicational problems with ECM	0 km/h
		BCM-0115 Communication between control units Communicational problems	0 km/h
I (Peugeot) Peugeot	Engine	P1505 Crash detected – information sent to airbag module	6 km/h
		U0122 No communication with ESP	0 km/h

5 DŮLEŽITÁ DATA PRO ANALÝZU DOPRAVNÍ NEHODY

Tato kapitola se zaměřuje na data důležitá pro znalce při analýze silniční nehody a uvádí, která z těchto dat je možné získat z řídicích jednotek vozidla.

5.1 ANALÝZA DOPRAVNÍ NEHODY

Dopravní nehoda je v zákoně definována takto: Událost v provozu na pozemních komunikacích, která se stala, nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby, nebo ke škodě na majetku v příčinné souvislosti s provozem vozidla v pohybu. [25]

Analýza silničních nehod má za úkol zkoumání příčin a průběh negativních jevů, které vznikají v souvislosti se silničním provozem a snaží se tyto jevy objasňovat. Znalec v oboru analýzy dopravní nehody musí mít znalosti z několika oborů (matematiky, fyziky, mechaniky, konstrukce vozidel, strojírenství, práva a další). Při analýze nehody se nejčastěji užívají logické metody a modelování. Analyzovat silniční nehody tedy znamená: [25]

- na základě známých skutečností a indicií, které můžeme zjistit z podkladů, nebo je dopočítáme popsat pohyb účastníků nehody (nejčastěji vozidel a chodců)
- vyhodnotit možnosti účastníků nehody zabránění vzniku nehody
- sdělení dalších skutečností, které byly při analýze zjištěny, a mohli by mít vliv na rozhodování ve věci

Pro analýzu nehody jsou nezbytně nutné technické podklady. Ty můžeme rozdělit jako dostatečné, podmínečně dostatečné a nedostatečné (neumožňují korektní analýzu). Další podklady mohou být objektivní (změřený, zjistitelný údaj) nebo subjektivní (výpovědí účastníku, svědků apod.) Technické podklady tedy můžeme rozdělit v zásadě na podklady přijatelné pro analýzu silniční nehody a podklady nepřijatelné. Nejčastěji používané veličiny pro analýzu silničních nehod jsou uvedeny v tabulce číslo 4.

Tabulka č.4 Fyzikální veličiny používané pro analýzu nehody

Název	**Označení**	**Jednotky**
Rychlost	v	m/s
Úhlová rychlost	ω	rad/s
Čas	t	s
Dráha	s	m
Zrychlení k jednotlivým osám	a	m/s^2
Hmotnost	m	kg
Síla	F	N
Práce	W	J
Energie	E	J
Frekvence	f	Hz
Výkon	P	W
Moment setrvačnosti	J	$kg.m^2$
Moment síly	M	N.m
Impuls síly	I	N.s
Hybnost	h	$kg.m.s^{-1}$
Moment hybnosti	L	N.m.s

Dalším důležitým prvkem je adheze neboli přilnavost dvou, nejčastěji různých, materiálů a struktury. [25]

Používají se dva způsoby ke zjištění parametrů při nehodě a vlastního řešení dopravní nehody: [25]

- zpětný výpočet: při zpětném výpočtu se postupuje od konečných poloh vozidel a konečného času zpětně až k okamžiku vzniku nehody a událostem předcházející nehodě. Používají se analytické výpočty. [25]
- dopředný kinetický výpočet: tento systém výpočtu se provádí s podporou simulačních programů. Zkoušíme nalézt vstupní hodnoty tak aby výsledný pohyb vozidel odpovídal zjištěným stopám a konečným polohám vozidel. Tento způsob se také může využít jako ověření zpětného výpočtu. [25]

Při analýze dopravní nehody se nejčastěji využívají Newtonovy pohybové zákony:

- zákon setrvačnosti
- zákon síly
- zákon akce a reakce

Dále se využívá:

- zákon zachování hybnosti
- zákon zachování energie
- zákon zachování momentu hybnosti

Ke zjištění co největšího množství informací pro analýzu dopravní nehody je třeba dobře zdokumentovat stopy zanechané po nehodě. Tyto stopy mohou být například: [25]

- stopy pneumatik (jízdní, brzdné)
- stopy zrychlení (při prokluzu kola při akceleraci
- stopy dřecí
- stopy rycí
- odpadlé části vozidel a poškozených prvků
- stopy kapalin
- části oděvů
- biologické stopy
- stopy na okolních objektech
- konečné polohy vozidel nebo účastníků nehody

V případě, že je na místě přítomen analytik dopravní nehody, je třeba co nejdříve zajistit všechny stopy v místě nehody tak, aby nemohly být později znehodnoceny. Jedná se především o: [25]

- zaměření brzdných, blokovacích, rycích, smykových, střepinových, biologických a kapalinových stop
- zaměření a zadokumentování konečných poloh vozidel a ostatních objektů, které mohou být v souvislosti s nehodou
- foto a video dokumentace objektů a stop tak, aby bylo možné s časovým odstupem z fotodokumentace zachytit vše podstatné

V kapitole číslo 7, je uvedena metodika popisující, jak by bylo možné postupovat v případě, že je vozidlo vybaveno elektronickými řídicími jednotkami a existuje možnost získání dat z těchto elektronických jednotek.

5.2 POJISTNÉ PODVODY

Za pojistné podvody se označuje úmyslné zatajení, nebo uvedení nepravdivých či hrubě zkreslených údajů v souvislosti s uzavíráním pojistných smluv, likvidací, nebo uplatňování práva na plnění. Pojistného podvodu se dopouští také ten, kdo předstírá, nebo úmyslně vyvolá událost, z níž by mohlo vyplývat právo na pojistné plnění. Cílem osob dopouštějících se pojistného podvodu je především dosažení zisku. [26]

Pojistné podvody mít určité znaky, které ukazují na podvodné jednání:

- místo nehody (odlehlé, neosvětlené, místní komunikace, vyloučení svědků)
- čas spáchání (například v nočních hodinách)
- totožné výpovědi svědků, případně žádní svědci
- vozidlo (firemní, bezcenné, nově zakoupená nebo pojištěná vozidla)
- poškozená vozidla
- druh pojištění a délka pojištění
- dřívější pojistné události
- rozhodné vylíčení události viníkem
- chybějící stopy, klamné stopy
- absence zranění
- technické závady

Dopravní nehody lze rozdělit dle charakteru takto: [26]

- dopravní nehody dohodnuté předem: pachatelé jsou předem domluvení, událost je dopředu naplánována. Událost má na první pohled logický průběh, avšak může vykazovat určité nesrovnalosti a znaky uvedené výše
- vyprovokované: pachatel využije situace vzniklé v běžném provozu k vzniku nehody.
- využívané: uplatnění škod, které nevznikly v souvislosti s nehodou

Neexistuje obecný postup jak postupovat v případě že při dopravní nehodě vzniká podezření na pojistný podvod, můžeme však uvést kroky, jejichž aplikace pomůže podezření potvrdit či vyvrátit: [26]

- detailní prohlídka vozidel a stop na místě nehody a při podezření tyto stopy detailněji prozkoumat
- kvalitní fotodokumentace
- umožnit znalci prohlídku vozidla
- analýza technické přijatelnosti
- prohlídka místa nehody
- analyzovat rozsah poškození vozidel a okolí
- v případě absence stop tuto skutečnost dostatečně objasnit
- vysvětlení vzniku poškození na vozidle
- analýza nehodových dějů
- formulace závěrů

Čím méně podkladů je k dispozici a čím méně kroků lze provést, tím menší jsou možnosti znalce odhalit pojistný podvod. Pro analýzu nehod podezřelých na pojistný podvod platí stejné zásady jako pro analýzu reálné nehody, tzn. podrobné ohledání a zadokumentování místa nehody a objektů nacházejících se na místě nehody, dále by měli být doplněny informacemi o řidičích a svědcích, případně vztazích mezi nimi, výpovědi účastníků apod. [26]

5.3 VYUŽITELNOST DAT Z ECU PRO ANALÝZU NEHOD A POJISTNÝCH PODVODŮ

Jak bylo uvedeno v kapitole 4.1, mezi nejdůležitější údaje pro znalce při analýze nehody jsou rychlosti vozidla v jednotlivých fázích, hodnoty akcelerace a decelerace a také další indicie které mohou objasnit průběh nehody. Jelikož v moderních automobilech se nachází velké množství snímačů, které zaznamenávají různé parametry jízdy, bylo by vhodné využít tyto informace pro potřeby znalců při analýze silničních nehod. Avšak protože se na evropském trhu nevyskytuje mnoho aut, které by byly vybaveny záznamovými zařízeními pro ukládání informací z těchto systémů, je získávání dat přímo z řídicích jednotek poměrně obtížné.

6 EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

V této části jsem se zaměřil na vyhledání havarovaných vozidel, která by mohla mít ve svých řídicích jednotkách uloženy informace o dopravní nehodě a na vyčtení dat z řídicích jednotek těchto vozidel. Proto jsem se zaměřil především na vyhledání vozidel s aktivovanými airbagy. Přestože dopravní nehody na našich vozovkách jsou poměrně časté, nebylo úplně snadné najít odpovídající vozidla. Jelikož nevlastním žádný diagnostický přístroj, byl jsem při hledání odkázán především na ochotu servisů umožnit přístup k vozidlu a také zapůjčení jejich vlastního diagnostického přístroje. Zde jsem narážel na neochotu servisů poskytnout vlastní diagnostický přístroj, případně věnování časového prostoru nutného pro získání dat z řídicích jednotek.

Dalším problémem bylo nalezení samotných vozidel po větší dopravní nehodě, ve kterých byly aktivovány airbagy. Tyto vozidla jsou totiž z velké části již uznány jako totální škody a vozidla se již neopravují, často se ani nevozí do servisu. Kvůli bezpečnosti je z nich vymontován akumulátor, tudíž není možné provést načtení dat. Navíc byly u těchto vozidel často poškozené sběrnice CAN-BUS, takže ani po připojení akumulátoru již nebylo možné diagnostickým přístrojem data načíst. Přesto se mi podařilo najít několik vozidel, ze kterých se podařilo data získat, a také jsem dostal informace od různých servisů, jak postupovat při získání dat z vozidla, ve kterém není funkční elektroinstalace, nebo není možné z nějakých důvodů připojit diagnostické zařízení.

Získání dat jiným způsobem než přes diagnostický software nebylo v mých technických ani finančních možnostech. V této části práce budu dále interpretovat, analyzovat a vyhodnocovat získaná data z řídicích jednotek a formulovat jejich možný přínos pro analýzu dopravních nehod a pojistných podvodů. Dále vyhodnotím získané informace o tom, jakým způsobem lze získat data z řídicích jednotek vozidla bez funkční elektroinstalace, nebo s poškozenými datovými sběrnicemi.

Z důvodu ochrany osobních údajů nejsou u některých vozidel zveřejněny informace jako například výrobní číslo vozidla nebo SPZ.

6.1 DIAGNOSTIKA VOZIDLA ŠKODA FABIA II

Vozidla bylo havarované na pravou přední část. Při dopravní nehodě byl poškozen přední pravý blatník, přední nárazník, kapota, přední pravý světlomet. Byla poškozen také přední pravá část motorového prostoru. Poškození vozidla je patrné z obrázku 25. Diagnostická data z tohoto vozidla uvádím jako příklad pokusu získání dat z vozidla po totální škodě, kdy se diagnostický přístroj dokázal spojit pouze s řídicí jednotkou motoru a dokázal vyčíst jen malé množství závad. Pravděpodobně byly vlivem dopravní nehody přerušeny datové sběrnice CAN-BUS tudíž nebylo možné navázat komunikaci s ostatními řídicími jednotkami.

Informace o měření:

Objekt diagnostiky: Vozidlo Škoda Fabia II Combi 1.6/ 77 kW Motronic r.v. 2009

Diagnostický přístroj: VAS 5052A (viz. kap. 2.3)

Místo měření: AZ Servis a.s, Brno



Obrázek č. 25 Škoda Fabia II- vnější poškození



Obrázek č. 26 Aktivované airbagy (Škoda Fabia II).

Výpis z diagnostiky:

01 Elektronika motoru

10449 Spouštěč se netočí: mechanické zablokování nebo závada.

čas: --.--.----

datum: --.--.—

stav kilometru: -

priorita 0

četnost chyb 1

čítač zapomnění 0

Naměřené hodnoty:

Hodnota 1 0/min (otáčky motoru v okamžiku výskytu chyby)

Hodnota 2 0% (poloha škrticí klapky v okamžiku výskytu závady)

Hodnota 3 45 °C (teplota motoru v okamžiku výskytu závady)

Hodnota 4 21 °C (teplota chladicí kapaliny v okamžiku výskytu závady)

Hodnota 5 0 mbar (tlak okolního vzduchu)

Hodnota 6 0.000 V (napětí na svorce)

Vyhodnocení získaných dat: Načtená data z tohoto vozidla nejsou použitelná pro analýzu nehod ani pro odhalování pojistných podvodů. Přesto můžeme vidět, že u jediné

zaznamenané závady se zaznamenaly také freeze frame data. Tyto data však již byla pravděpodobně několikrát přepsaná při opětovném sepnutí kontaktů, jelikož všechny hodnoty kromě teplot ukazují nulové hodnoty. Proto nemůžou být vztahována k datu nehody. Diagnostickému přístroji se podařilo navázat komunikaci pouze s řídicí jednotkou motoru. Komunikace s dalšími řídicími jednotkami nebyla navázána z důvodu poškození datové sběrnice CAN-BUS. Pokud bychom chtěli zjistit data i z dalších řídicích jednotek, bylo by nutné tyto řídicí jednotky vymontovat z vozidla a použít speciální diagnostické zařízení, nebo by bylo nutné opravit poškozenou elektroinstalaci ve vozidle. Další možností je odeslání řídicí jednotky výrobci, který je schopný data vyčíst.

6.2 DIAGNOSTIKA VOZIDLA OPEL VIVARO

Vozidlo Opel Vivaro bylo poškozeno při čelním střetu, při kterém došlo k aktivaci airbagů. Na vozidle byl poškozen především přední nárazník a jeho uchycení. Jiné výraznější poškození ani deformace nebyly na vozidle patrné. Poškození vozidla je na obr. č 27. Bylo provedeno načtení dat diagnostikou Tech II.

Informace o měření:

Diagnostikovaný objekt: Vozidlo Opel Vivaro

Diagnostický přístroj: Opel Tech (viz. kap. 2.3)

Servis: BS-Auto Brno, Brno



Obrázek č. 27 Poškození vozidla Opel Vivaro



Obrázek č. 28 Opel Vivaro (aktivované airbagy)



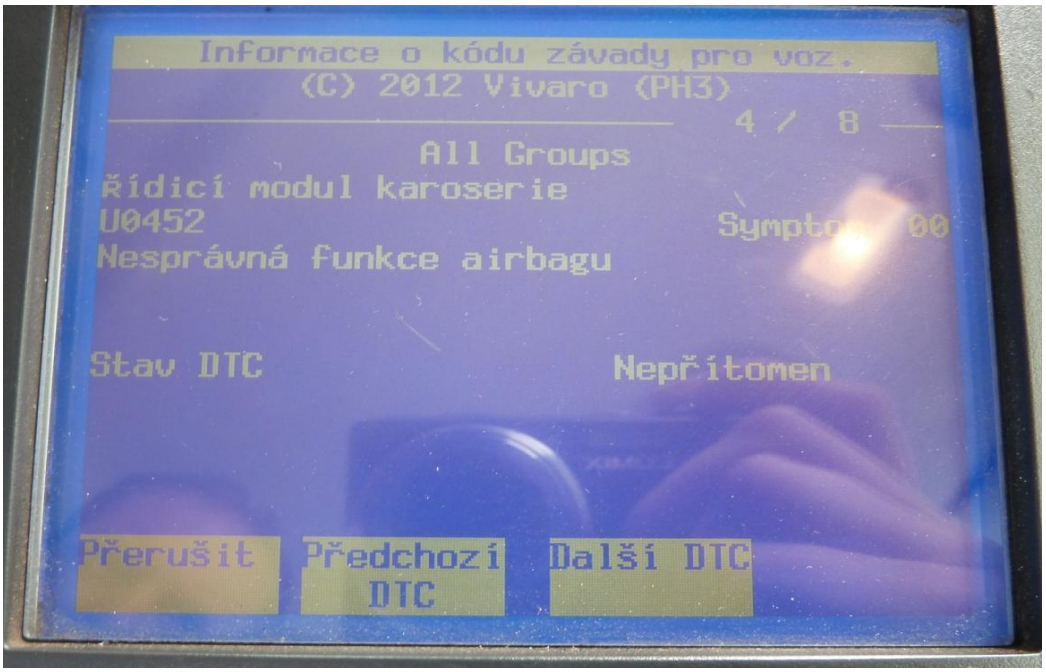
Obrázek č. 29 Seznam načtených kódů závad z vozidla Opel Vivaro

Popis obr. 29: Na displeji se zobrazuje seznam závad uložených v řídicích jednotkách vozidel. Pro každou řídicí jednotku je vypsán počet závad, který se v ní vyskytuje (DTC). Přístroj umožňuje prohlížení jednotlivých závad, nebo vymazání paměti závad. Můžeme tedy vidět, že přístroj zjistil 2 chyby sdruženého přístroje a 1 chybu airbagu.



Obrázek č. 30 Seznam závad Opel Vivaro

Popis obrázku 30: Na displeji se zobrazuje výpis řídicích jednotek vozidla a počet chyb uložených v těchto řídicích jednotkách. V tomto případě nejsou v řídicích jednotkách uloženy žádné chybové kódy.



Obrázek č.31 Detail závady

Popis obrázku číslo 31: Přístroj ukazuje pouze kód závady a o jaký typ závady se jedná.

Zhodnocení:

Diagnostické zařízení dokázalo vyčíst pouze seznam závad. Bylo možné zjistit pouze základní informace o závadě viz. obrázek 31. Použití dat z diagnostického zařízení pro analýzu silničních nehod, nebo pojistné podvody je nulové. Dále jsem pátral po jiných možnostech vyčtení dat z řídicích jednotek, ale nepodařilo se mi zjistit, zda takový způsob u vozidel Opel existuje.

6.3 DIAGNOSTIKA VOZIDLA BMW X5

Vozidlo BMW X5 bylo havarováno na přední část vozu jak je patrno z obrázku. Při dopravní nehodě došlo k poškození předního nárazníku, předních mlhových světel, chladiče, přední části kapoty, hloubka překrytí je přibližně 15-20 cm. Rozsah poškození je patrný z obrázku č. 32. Při dopravní nehodě byly aktivovány airbagy a tato událost byla zaznamenána v řídicí jednotce airbagu.

Informace o měření:

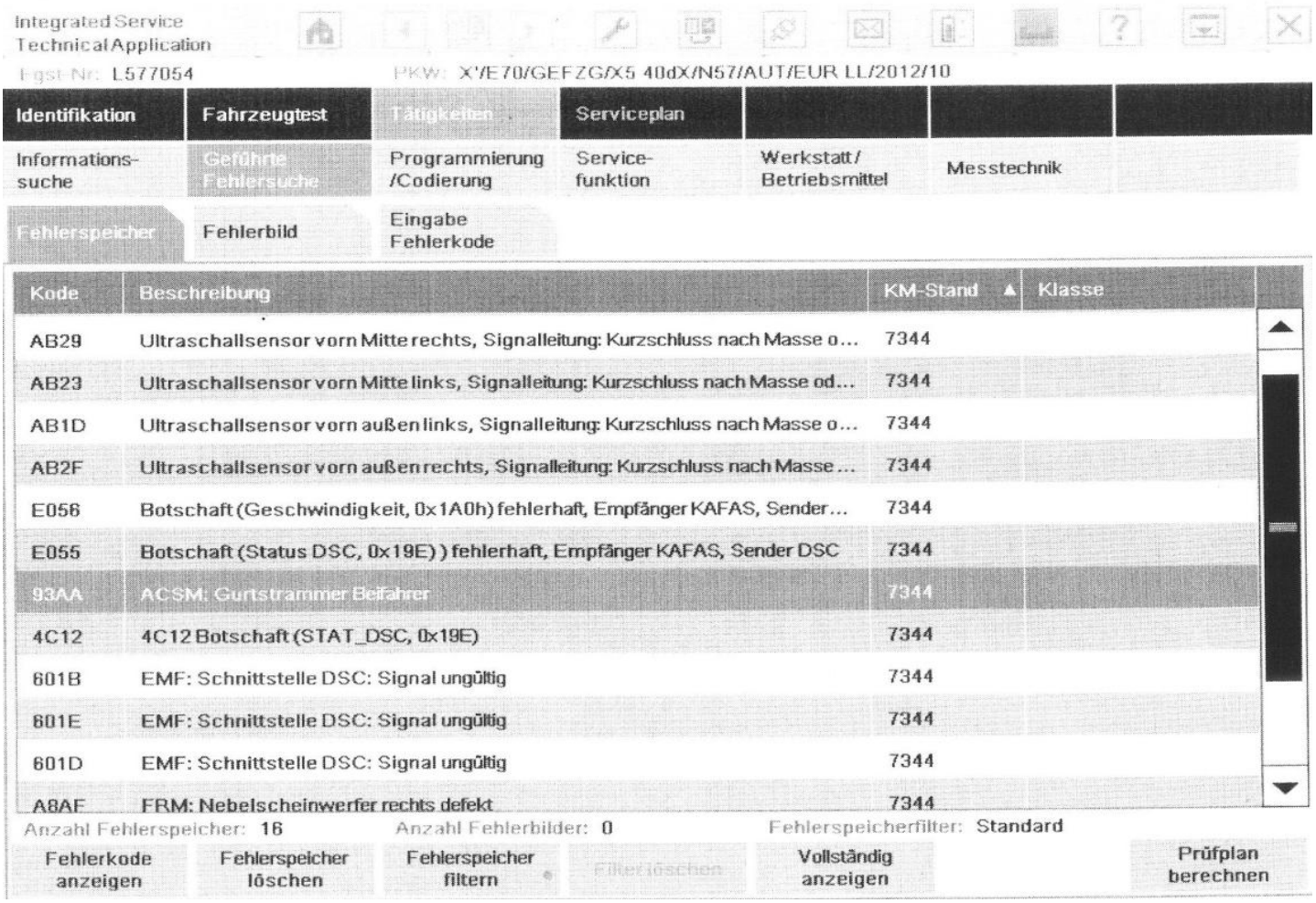
Diagnostikovaný objekt: BMW X5 r.v. 2012

Diagnostický přístroj: GT1 (viz. kap. 2.3)

Servis: Renocar a.s. Brno-Slatina



Obrázek č. 32 Poškození vozidla BMW X5



Obrázek č. 33 Seznam chyb zjištěných diagnostickým přístrojem

Popis zaznamenaných chyb

AB29- závada na ultrazvukovém snímači vpředu vpravo, zkrat

AB23- závada na ultrazvukovém snímači vpředu vlevo, zkrat

AB1D- závada na vnějším ultrazvukovém snímači vlevo, zkrat

AB2F- závada na vnějším ultrazvukovém snímači vpravo, zkrat

93AA- předpínač bezpečnostních pásů

601B- EMF, rozhraní DSC, neplatný signál (neplatný signál ze systému elektromechanických parkovacích brzd EMF)

A8AF- nefunkční mlhové světlo

Poznámka: Ultrazvukové snímače jsou využívány pro měření bezpečné vzdálenosti od překážek a jsou umístěny vpředu i vzadu. V tomto případě došlo k poškození snímačů pravděpodobně vlivem nehody. Předpínání bezpečnostních pásů je popsáno v kapitole 2.3.



Obrázek č. 34 Detail závady na předpínači bezpečnostních pásů BMW X5

Popis obrázku:

Četnost závad: 1

Čítač zapomenutí: 39

Počet ujetých kilometrů: 7344 km.

Zhodnocecní:

Po načtení diagnostických dat z řídicí jednotky airbagů byl stažen kompletní výpis závad. Poté jsem se pokusil najít data o okolnostech vzniku nehody, které však ukazovaly u většiny chyb pouze počet ujetých kilometrů, při kterých chyba vznikla, zrychlení, při kterém byl řídicí jednotkou vydán příkaz k aktivaci airbagů. Pro ilustraci je přiložen detail zjištěné závady na předpínači bezpečnostních pásů viz. obrázek 34.

Proto jsem dále pátral, jaké další informace by se dali vyčíst z této řídicí jednotky. V řídicí jednotce airbagů (konkrétně u vozidla BMW X5) jsou uloženy informace o rychlosti, při které došlo k jejich aktivaci, dále informace o čase, zrychlení vozidla, zrychlení při kterém došlo k aktivaci airbagů. Tyto informace nejdou vyčíst běžnými diagnostickými přístroji, které mají servisy k dispozici, jsou uloženy až v takzvaném druhém okruhu. Důvod proč výrobce neumožňuje přístup k těmto informacím, není nikde oficiálně udáván. Přesto pokud servis požaduje načtení dalších informací, které jim nejsou jejich vlastním diagnostickým přístrojem dostupné, existují dva způsoby jak data získat.

1. způsob: Některé chybové kódy si zapisují tzv. freeze frame data neboli data okolního prostředí v podobě hexadecimálního kódu. Tento kód poté servis odešle výrobci řídicí jednotky, který může kód rozkódovat a výsledky zašle zpět. Toto rozkódování výrobce provádí zpravidla pouze pro autorizovaný servis a ten také musí uvést, za jakým účelem tyto informace požaduje.

2. způsob: Vymontování řídicí jednotky z vozidla a odeslání výrobci, který z ní data vyčte. Pro tento způsob platí stejné podmínky jako pro první způsob. Načítáním dat z řídicích jednotek se také zabývají některé soukromé firmy nebo autoelektrikáři u kterých však není vždy záruka, že načtená data jsou korektní. V rámci diplomové práce jsem se pokusil některé firmy oslovit, ale žádná firma nebyla ochotna tyto data bezplatně načíst.

Výrobce řídicí jednotky není povinen informace z řídicích jednotek poskytnout a záleží především na důvodech, pro které servis vyčtení dat požaduje.

Informace o možnostech získání dat poskytl autorizovaný servis Renocar a.s. Informace o získání většího množství dat se shodují i s informacemi v jiných servisech (VW, Škoda, Seat, Audi)

6.4 DIAGNOSTIKA VOZIDLA AUDI TT

Po získání dat z vozidel střední třídy jsem se pokusil najít i vozidla vyšší třídy, které obsahují větší množství elektronických systémů, a bylo by možné vyčíst větší množství informací. Vozidlo Audi TT bylo havarované na přední část vozu dne 18.8.2012 viz. obrázek č. 35. Další okolnosti nehody nejsou známé.

Informace o měření:

Diagnostikovaný objekt: Audi TT 2.0 TFSI r.v. 2008

Diagnostický přístroj: VCDAS (viz. kap. 2.3)

Servis: Soukromý servis Autorona, Brno-Slatina



Obrázek č. 35 Poškození vozidla Audi TT

Výpis z diagnostiky:

Jelikož kompletní výpis z diagnostiky by byl příliš obsáhlý (31 stran), ponechal jsem jen data, která by mohla přispět k demonstraci využití těchto dat při analýze silniční nehody, nebo odhalování pojistných podvodů. Výpis z diagnostiky je také formálně upravený pro potřeby této práce. Originální výpis z diagnostiky je v přílohách na přiloženém datovém nosiči CD k této práci.

Diagnostikované elektronické systémy ve vozidle Audi TT

01-Motor -- stav: Není nainstalováno
02-Aut. převodovka -- stav: Nefunkční
03-ABS brzdy -- stav: Nefunkční
04-Snímač úhlu řízení -- stav: OK
08-Klima/topení -- stav: Nefunkční
09-Centrální elektrika -- stav: Nefunkční
15-Airbagy -- stav: Nefunkční
16-Elektronika volantu -- stav: Nefunkční
17-Přístrojová deska -- stav: OK
19-CAN Gateway -- stav: Nefunkční
25-Imobilizér -- stav: OK
42-El. dveří řidiče -- stav: Nefunkční
44-Posilovač řízení -- stav: Není nainstalováno
46-Komfort systém -- stav: Nefunkční
4C-Hlídání tlaku pneu II -- stav: Nefunkční
52-El. PP dveří -- stav: OK
56-Rádio -- stav: Není nainstalováno

Legenda: 02 (označení elektronické systému v diagnostické programi)
aut. převodovka (název elektronického systému)
stav: nefunkční (stav elektronického systému)

01 Řídicí jednotka motoru:

3 závad nalezeno.

zatěžovací obvod napájecího relé řídicí jednotky motoru (J271): přerušení

P0688 - 002 - dolní hranice překročena

info o závadě:

Kilometry: 70246 km

Datum: 2012.08.19

Čas: 20:46:39

info o závadě:

Otáčky: 0 /min

Výkon/klapka: 0.0 %

Rychlost: 0.0 km/h

Teplota: 15.0*C

Teplota: 16.0*C

Tlak: 980.0 mbar

Napětí: 0.000 V

spínač brzdových světel (F) – nevěrohodný signál

P0571 - 008 – nevěrohodný signál

info o závadě:

Kilometry: 70246 km

Datum: 2012.10.11

Čas: 01:14:39

info o závadě:

Otáčky: 0 /min

Výkon/klapka: 0.0 %

Rychlost: 0.0 km/h

Teplota: 16.0*C

Teplota: 18.0*C

Tlak: 980.0 mbar

Napětí: 0.000 V

čidlo teploty oleje (G8): nevěrohodný signál

P0196 - 004 – žádný signál / komunikace

info o závadě:

Kilometry: 70246 km

Datum: 2012.10.11

Čas: 01:15:24

info o závadě:

Otáčky: 0 /min

Tlak: 980.0 mbar

Napětí: 0.000

Výkon/klapka: 0.0 %

Rychlost: 0.0 km/h

Teplota: 17.0*C

Teplota: 18.0*C

Dílčí vyhodnocení dat

Řídicí jednotka motoru zaznamenala tři vzniklé závady na relé řídicí jednotky motoru, na spínači brzdových světel a na snímači teploty oleje. Každá závada je označena kódem (P0688, P0571, P0196) a společně s kódem závady byly uloženy i freeze frame data. Ty uložily

informace o počtu ujetých kilometr při vzniku závady, datu vzniku závady, času vzniku závady, otáčkách motoru, poloze škrticí klapky, rychlosti vozidla, teplotě chladicí kapaliny, teplotě oleje, napětí na svorce a tlaku okolního prostředí. Především rychlost vozidla, otáčky motoru a poloha klapky by byly užitečné informace pro znalce při analýze nehody. Vzhledem k tomu, že se nehoda stala 18.8.2012, je zřejmé, že řídicí jednotka zaznamenala chybu vícekrát a freeze frame data přemazala. Pokud by byla data načtena ihned po nehodě, je pravděpodobné, že by se podařilo získat některé další informace o vzniku nehody.

02 Řídicí jednotka automatické převodovky

8 závad nalezeno.

00653 - nevěrohodnost - řadící páka / převod

004 – žádný signál / komunikace - Sporadická

info o závadě:

Počítadlo resetů: 40

Kilometry: 70246 km

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:31:06

17204 - Hlášení volicí páky; nouzový režim

P0820 - 000 - - - Sporadická

info o závadě:

Počítadlo resetů: 8

Kilometry: 70246 km

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:57:17

00511 - paka volby (E313)

014 - defekt - Sporadická

info o závadě:

Počítadlo resetů: 40

Kilometry: 70246 km

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:57:17

Dílčí vyhodnocení dat

Z řídicí jednotky automatické převodovky bylo zjištěno 8 závad, pro demonstraci jsem vybral jen některé závady. Z podrobností o závadě můžeme vyčíst jen počitadlo resetů, které udává počet cyklů, než bude závada automaticky vymazána, dále počet kilometrů, datum a čas vzniku závady.

08 Řídicí jednotka klima/topení

3 závad nalezeno.

01206 – signál pro časové rozpětí - VYP

008 – nevěrohodný signál

info o závadě:

Priorita závad: 7

Počítadlo resetů: 248

Frekvence závad: 1

Kilometry: 70246 km

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:31:07

01314 - ridici jednotka motoru

008 – nevěrohodný signál

info o závadě:

Frekvence závad: 1

Počítadlo resetů: 248

Kilometry: 70246 km

Datum: 2012.08.19

Čas: 20:46:38

09 Řídicí jednotka: centrální elektrika

10 závad nalezeno.

02395 – parovací světlo vpředu (M3)

012 - chyba v elektr. obvodu

info o závadě:

Priorita závad: 2

Frekvence závad: 1

Počítadlo resetů: 248

Kilometry: 70246 km

Indikace času: 0

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:36:00

01518 – žárovka zpětného světlometu vlevo (M16)

012 - chyba v elektr. obvodu

info o závadě:

Priorita závad: 2

Frekvence závad: 1

Počítadlo resetů: 248

Kilometry: 70246 km

Indikace času: 0

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:57:00

03098 - Ukazatele směru jízdy vzadu vlevo

012 - chyba v elektr. obvodu

info o závadě:

Priorita závad: 2

Frekvence závad: 1

Počítadlo resetů: 248

Kilometry: 70246 km

Indikace času: 0

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:57:00

03099 - Ukazatele směru jízdy vzadu vpravo

012 - chyba v elektr. obvodu

info o závadě:

Priorita závad: 2

Frekvence závad: 1

Počítadlo resetů: 248

Kilometry: 70246 km

Indikace času: 0

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:57:00

Dílčí vyhodnocení dat

Řídicí jednotka vytápění a centrální elektriky zaznamenaly vznik závady a současně datum a čas závady. Tyto informace nejsou použitelné pro analýzu silniční nehody, ale být použitelné pro odhalování pojistných podvodů, při určení času vzniku poškození určité části vozidla. Například u fingované nehody s již poškozeným vozidlem.

15 Řídicí jednotka airbagů

4 závad nalezeno.

01217 – aktivační člen stranového airbagu (N199): strana řidiče

007 - zkrat na kostru - Kontrolka závad ZAP

info o závadě:

Priorita závad: 1

Frekvence závad: 1

Kilometry: 70246 km

Indikace času: 0

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:53:30

00654 – aktivační člen napínaní pásu - (N153) strana řidiče

001 - horní mezní hodnota překročena - Kontrolka závad ZAP

info o závadě:

Priorita závad: 2

Frekvence závad: 1

Počítadlo resetů: 248

Kilometry: 70246 km

Indikace času: 0

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:53:32

00655 - aktivační člen napínaní pásu-strana spolujezdce (N154)

007 - zkrat na kostru - Kontrolka závad ZAP

info o závadě:

Priorita závad: 2

Frekvence závad: 1

Počítadlo resetů: 248

Kilometry: 70246 km

Indikace času: 0

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:53:32

01590 - aktivační člen pro odpojení baterie (N253)

001 - horní mezní hodnota překročena - Kontrolka závad ZAP

info o závadě:

Priorita závad: 2

Frekvence závad: 1

Počítadlo resetů: 248

Kilometry: 70246 km

Indikace času: 0

Datum: 2012.08.18

Čas: 02:53:32

Dílčí vyhodnocení dat

Řídicí jednotka airbagů zaznamenala kódy závad vlivem aktivace airbagů a předpínače bezpečnostních pásů. Z detailu závady můžeme vyčíst některé servisní informace (priorita závady, frekvence závad, počítadlo resetů) a informace o počtu ujetých kilometrů a času, při kterém závada vznikla.

Komplexní vyhodnocení zjištěných dat z ECU:

Diagnostický přístroj dokázal načíst některá dat z řídicích jednotek motoru, automatické převodovky, centrální elektriky, airbagů a topení. Jelikož načítání dat proběhlo až ve velkém časovém odstupu po nehodě, byla již většina dat pravděpodobně přemazána, a tudíž neposkytují relevantní informace. Jedinou možností, jak získat potřebná dat by mohlo být dekódování řídicí jednotky airbagů, která by v sobě měla mít uloženy další informace vztahující se k okamžiku nehody. Metody, jak tato data z řídicí jednotky airbagů získat jsou popsány v kapitole 7.4.

6.5 DIAGNOSTIKA VOZIDLA AUDI A7

Vozidlo Audi A7 bylo havarované na přední pravý bok, z důvodu obavy vedoucího servisu o ochranu osobních údajů jsem přislíbil, že nebudu fotografie vozidla zveřejňovat. Ve vozidle byly aktivovány všechny airbagy. Vozidlo bylo vybaveno moderními elektronickými systémy. Diagnostika elektronických systémů vozidla byla provedena po převezení vozidla do servisu, proto se podařilo získat některé aktuální informace o průběhu nehody. Celkový výpis z diagnostiky je opět velmi rozsáhlý (76 stran), proto zde uvedu pouze některá data, která přímo souvisejí se vznikem nehody a dají se z nich zjistit důležité údaje pro analýzu silničních nehod. Originální výpis z diagnostiky je v přílohách na přiloženém datovém nosiči CD k této práci.

Popis poškození vozidla: Na vozidle bylo největší poškození patrné na přední pravé části vozu, kde byla značně poškozena kapota vozidla, pravý blatník a kolo vlivem deformace, menší poškození bylo patrné i na motorové části vozidla. Dále byly poškozeny přední i zadní pravé dveře, zlomeny pravý A sloupek. Patrná poškození vznikla i na dalších částech vozidla, především na karoserii, tyto poškození však pravděpodobně vznikly vlivem sekundárních a dalších rázů.

Informace o měření:

Diagnostikovaný objekt: Audi A7 3.0 TFS1 220 kW r.v. 2011

Diagnostický přístroj: VAS 5052A

Servis: Autoservis Ross a.s.



Obrázek č. 36 Audi A7 ilustrační foto.

Zjištění technického stavu: výpis

8B - Regulace odstupu 2 (označení řídicí jednotky v diagnostickém přístroji)
4G0907541 (výrobní číslo řídicí jednotky kontroly vzdálenosti)
ACC3 (označení systému viz. kap. 1.2.1)
Kódování 3C04010201 4G0907541 H15 0160 (kódování řídicí jednotky)
7 Zjištěna událost/události (počet zjištěných událostí)
Dveřní kontaktní spínač neplatný signál sporadická (popis vzniklé závady)

105984 U111300 [8]
Omezení funkce přijatou hodnotou závady
sporadická

Okolní podmínky:

Standardní hodnoty:

Datum	03.03.2013
Čas	08:27:40
stav kilometru	40376 km
Priorita	6
Cítac cetnosti závad	1
cítac zapomenutí	91

Naměřené hodnoty:

Param_RecorDataIdent	Control modul temperature
Param_Data	8 °C
Param_RecorDataIdent	Voltage terminal 15
Param_Data	12.318 V
Param_RecorDataIdent	Velocity_vehicle_reference
Param_Data	39.46 m/s
Param_RecorDataIdent	Longitudinal_acceleration_vehicle_reference
Param_Data	-0.17 m/s

Obrázek č. 37 Chyba na dveřním kontaktním spínači

Dílčí vyhodnocení dat

Řídicí jednotka kontroly vzdálenosti zaznamenala vznik závady na dveřním kontaktním spínači předních pravých dveří. Řídicí jednotka uložila celkem 7x vzniklou závadu vždy při sepnutí kontaktů, ovšem první vznik závady nebyl přemazán, proto je možné určit okolnosti vzniku závady Z těchto informací je možno zjistit datum závady, čas vzniku závady, prioritu závady, počet ujetých kilometrů při vzniku závady, teplotu řídicí jednotky, napětí na svorce, rychlost vozidla (velocity_vehicle_reference), podélné zrychlení vozidla (longitudinal_acceleration_vehicle_reference).

Ze snímače rychlosti vozidla byla při vzniku závady zaznamenána rychlost v=39.46m/s=142km/h. Ze snímače podélného zrychlení vozidla bylo při vzniku závady zaznamenáno podélné zpomalení a_p=0,17m/s^2.

Jak je patrno z obrázku číslo 37, z výpisu závady lze také zjistit datum, čas a počet ujetých kilometrů. Další údaje zaznamenané při vzniku závady (četnost závad, čítač

zapomenutí, priorita závady apod.) nemají pro analýzu nehody a pojistné podvody žádný přínos a sloužit spíše pro servisní účely.

3B-Elektronika snímačů	(označení řídicí jednotky v diagnostickém přístroji)
4G0907637C	(výrobní číslo snímače zrychlení a stáčivosti)
SARA 6D red	(označení systému viz. kap. 1.2.1)
Kódování 000000	(kódování řídicí jednotky)
3 Zjištěna událost/události	(počet zjištěných událostí)
Příčné zrychlení 2 neplatný signál	(popis vzniklé závady)
C102329	(kód závady)

Okolní podmínky:

Standardní hodnoty:	
Datum	03.03.2013
Čas	08:27:39
stav kilometru	40376 km
Priorita	2
Cítac cetnosti závad	1
cítac zapomenutí	90
Naměřené hodnoty:	
Teploty DCU	47 °C
Voltage Clamp 15	14.1 V
Voltage Clamp 30	13.8 V
Ignition Cycle Count	13326
Rychlost Roll	2.93564 m/s.
Rychlost Pitch	1.94238 m/s.
Rychlost Yaw	-7.45560 m/s.
Rychlost Yaw 2	-7.62727 m/s.
Longitudinal Acceleration	-6.69042 m/s.
Lateral Acceleration	39.40677 m/s.
Lateral Acceleration 2	40.27250 m/s.
Body Acceleration	20.08598 m/s.

Obrázek č. 38 Chyba na snímači příčného zrychlení 2

Legenda:

Čítač zapomenutí: počet cyklů, po kterých dojde k automatickému vymazání závady.

Teplota DCU: teplota řídicí jednotky.

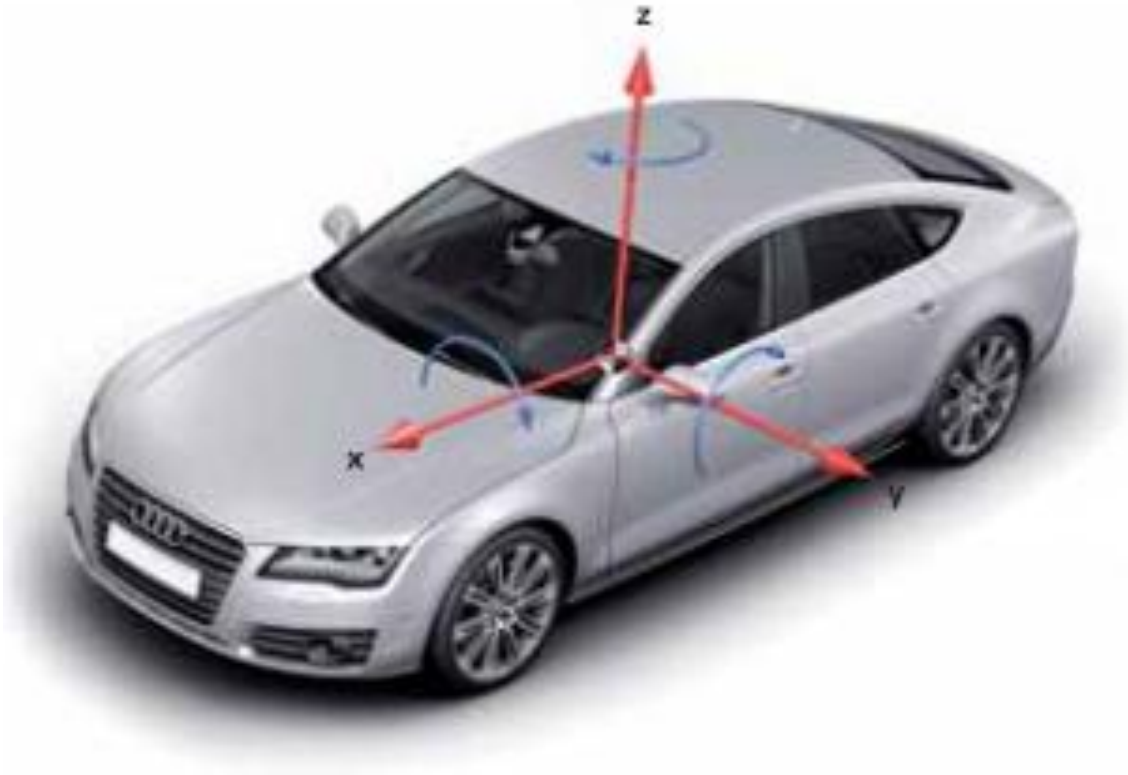
Voltage Clamp 15: napětí na svorce 15 (spínané napájecí napětí)

Voltage clamp 30: napětí na svorce 30 (svorka připojená ke kladnému pólu akumulátoru)

Ignition cycle count: počet sepnutí kontaktů.

Další data jsou podrobněji vysvětlena níže.

Z výpisu je dále patrné, že vozidlo bylo vybaveno snímačem natočení kolem osy x (Roll sensor), snímačem natočení kolem osy y (pitch sensor), dvěma snímači natočení kolem osy z (yaw sensor), snímačem podélné akcelerace (longitudinal acceleration), dvěma snímači příčné akcelerace (latteral acceleration) a snímačem akcelerace ve vertikální ose vozidla.



Obrázek č. 39 Souřadný systém Audi A7 [34]

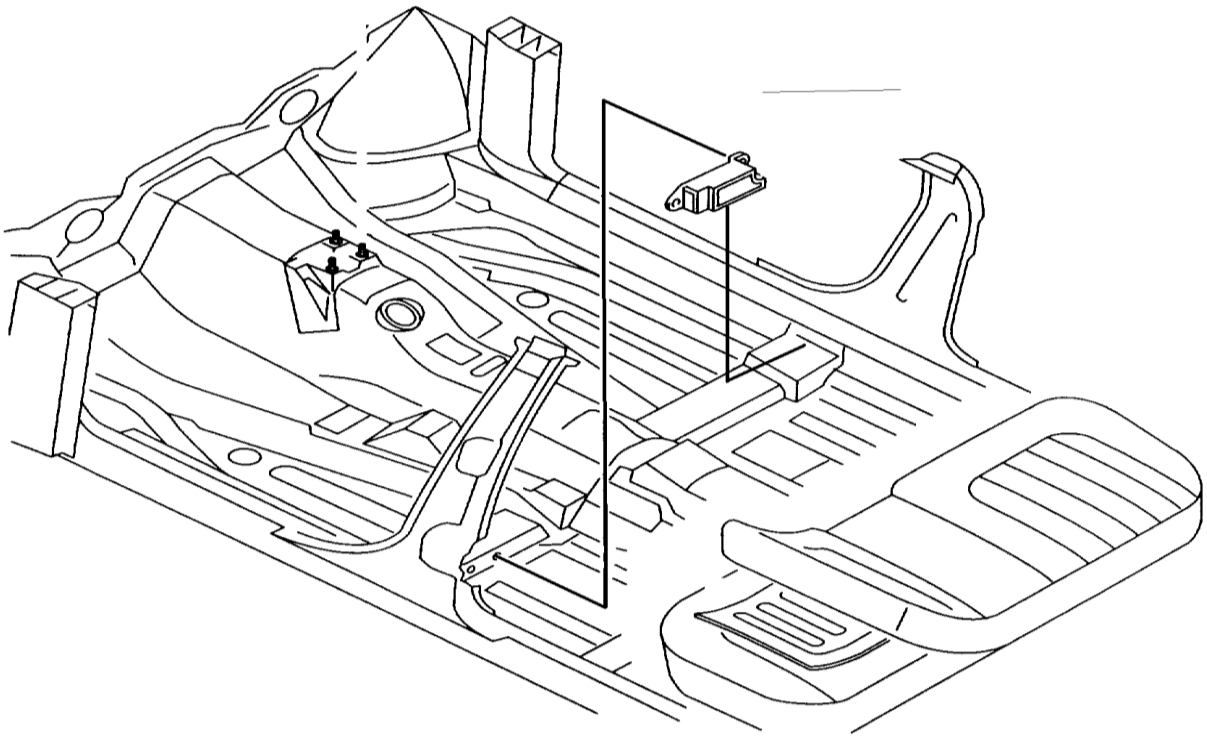
Snímač Yaw snímá natočení vozidla kolem osy Z

Snímač Roll snímá natočení vozidla kolem osy X

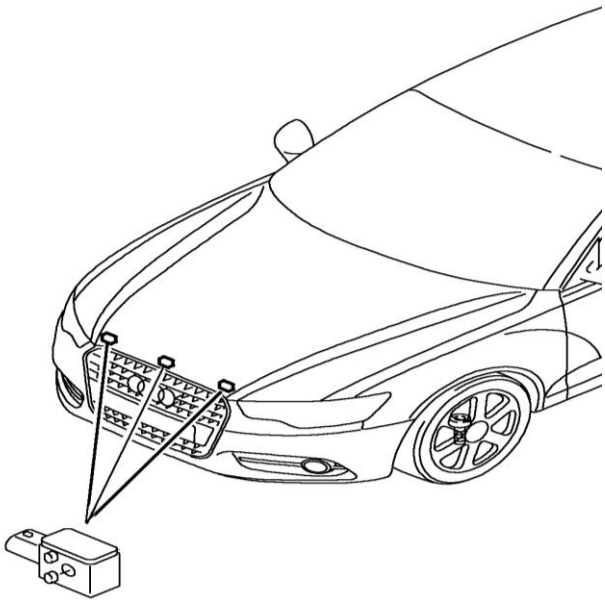
Snímač Pitch snímá natočení vozidla kolem osy Y

Poznámka: Uvedený souřadný systém je používán i v další části textu při zhodnocení zjištěných údajů.

Vozidlo je vybaveno dvěma snímači příčného zrychlení (latteral acceleration). Umístění snímačů je zanázorněno na obrázku číslo 40 a snímačem podélného zrychlení (longitudial acceleration), jehož umístění je zanázorněno na obrázku číslo 41.



Obrázek č. 40 Umístění snímačů příčného zrychlení [34]



Obrázek č. 41 Varianty umístění snímače podélného zrychlení [34]

Dílčí vyhodnocení dat

Řídicí jednotka zaznamenala závadu na snímači příčného zrychlení 2 umístěném vedle B sloupku na pravé straně vozidla. Spolu s kódem závady byly uloženy freeze frame data, ze kterých můžeme usuzovat okolnosti nehody. Ze snímače podélného zrychlení byla do řídicí jednotky uložena hodnota podélného zpomalení vozidla a=6,69 m/s^2. Ze snímačů příčného zrychlení byly uloženy do řídicí jednotky dvě hodnoty a_{p1}=39,4 m/s^2, a_{p2}=40,3 m/s^2. Hodnoty příčného zrychlení se liší o 0,9 m/s^2. To může být způsobeno umístěným snímačů v různých částech vozu, nebo odchylkou v měření. Jelikož při běžné jízdě hodnota příčného zrychlení dosahuje maximálně a_p=10 m/s^2, hodnoty uložené v řídicí jednotce ukazují, že vznikly v okamžiku střetu vozidel. Ze snímačů Yaw (snímač stáčivé rychlosti) byla zjištěna rychlost otáčení vozidla kolem vertikální osy v_{z1}=-7,45 m/s a v_{z2}=-7,63 m/s. Malý rozdíl mezi hodnotami může být opět způsoben umístěním snímačů, nebo odchylkou měření. Dále bylo možné zjistit hodnotu obvodové rychlosti v_x kolem osy x ze snímače Roll, v_x=2,93 m/s. Snímač Pitch při vzniku závady zaznamenal obvodovou rychlost kolem osy y v_y=1,94 m/s. Díky těmto zjištěným veličinám může znalec vytvořit základní hypotézu o střetovém pohybu.

Dalšími daty, která by mohla pomoci spíše při odhalování pojistných podvodů, jsou informace o datu vzniku nehody, času vzniku nehody a počtu ujetých kilometrů. Ostatní zaznamenaná data nemají pro analýzu nehody nebo odhalování pojistných podvodů žádný praktický význam.

53 - Parkovací brzda (označení řídicí jednotky v diagnostickém přístroji)
4H0907801E (výrobní číslo ECU elektronické parkovací brzdy)
Kódování 000000 4H0907801A H03 0012 (kódování řídicí jednotky)
6 Zjištěna událost/události (počet zjištěných událostí)
U111100 (kód chyby)

Okolní podmínky:

Standardní hodnoty:	
Datum	03.03.2013
Čas	08:27:39
stav kilometru	40376 km
Priorita	6
Cítac cetnosti závad	1
cítac zapomenutí	90
Naměřené hodnoty:	
napetí, svorka 30	13.0 V
Internal Fault ID	185
Rychlost vozidla	116 km/h
Network management state	normal
Kontrolka funkce v tlačítku parkovací brzdy	Off
Červená kontrolka	Off
Červená kontrolka	Off
Zelená kontrolka	Off
Žlutá kontrolka	Off
Stav svorky 15	On
RWU	not active
DSD	not active
HTR	not active
ECD	not active
ACC requested apply	not active
Auto Adjust	not active
General Inspection Function	not active
Internal Parking Brake state	Dynamic
Stav tlačítka parkovací brzdy	Idle
Stav ParkingBrake left	BRAKE_RELEASED
Stav ParkingBrake right	BRAKE_RELEASED

Obrázek č. 42 Chyba na systému elektronické parkovací brzdy

Dílčí vyhodnocení dat

Vozidlo bylo vybaveno systémem elektronické parkovací brzdy. Tento systém nahrazuje v moderních vozidlech klasickou ruční brzdu a dále umožňuje například snadnější rozjíždění do kopce, při kterém spolupracuje s řídicí jednotkou motoru a dostává informace o

rychlosti vozidla, zařazeném rychlostním stupni a sklonu vozidla. Zabraňuje nechtěnému couvání. Elektronická parkovací brzda také spolupracuje se systémem ESP. Při nouzovém brzdění může být parkovací brzda aktivována a zvyšuje tak efektivnost brzdění. [35]

Z výpisu z diagnostického přístroje lze vyčíst, že parkovací brzda nebyla v okamžiku střetu aktivní, tedy že byla odbrzděna (break released). Tlačítko ovládání brzdy nebylo sepnuté, dále lze zjistit, že systém pro hlídání bezpečného odstupu ACC nepožadoval zapojení parkovací brzdy do brzdného procesu. Jelikož se jednalo o boční střet, systém ACC pravděpodobně vůbec do brzdného procesu nezasahoval a brzdění probíhalo pouze na pokyn řidiče.

Z řídicí jednotky lze vyčíst také rychlost při vzniku závady v=116 km/h. Dále datum a čas vzniku závady 3.3.2013 v 8:27:39 a počet ujetých kilometrů při vzniku závady 40376 km.

18 - Přídavné topení

1 Zjištěna událost/události

02251 000
Zajištěný topný agregát

Okolní podmínky:

Standardní hodnoty:	
Datum	03.03.13
Čas	08:27:39
Stav km	0040376
Priorita	5
Četnost chyb	1
Čítač zapomnění	-
Naměřené hodnoty:	
Hodnota 1	88 °C
Hodnota 2	96 °C
Hodnota 3	12.8 V
Hodnota 4	vypnuto
Hodnota 5	10
Hodnota 6	-1 °C
Hodnota 7	2478 /min
Hodnota 8	ne

Obrázek č. 43 Vzniklá závada na přídavném topení

Dílčí vyhodnocení dat

Vozidlo bylo vybaveno také komfortním systémem nezávislé topení, které umožňuje vytápění vozu i bez nastartovaného motoru. Tento systém nebyl při nehodě pravděpodobně

poškozen, ale řídicí jednotka dostala informace o vzniku nehody a z bezpečnostních důvodů odpojila z funkce topný agregát systému. Tato událost byla zaznamenána jako chyba v systému a uložena do řídicí jednotky společně s touto chybou byla uložena freeze frame data.

Hodnota 1: teplota motoru (88 °C)
Hodnota 2: teplota oleje (96 °C)
Hodnota 3: napětí na svorce (12.8 V)
Hodnota 4: stav systému (vypnuto)
Hodnota 5: nebylo zjištěno
Hodnota 6: nebylo zjištěno
Hodnota 7: otáčky motoru (2748 ot/min)

Z těchto údajů můžeme určit provozní stav vozidla při vzniku nehody, především otáčky motoru (2748 ot/min) a teploty chladicí kapaliny a oleje, které ukazují, že motor byl zahřát na provozní teplotu.

Komplexní vyhodnocení zjištěných dat z ECU

S využitím diagnostického přístroje VAS 5052A se podařilo zjistit některá data, která by mohla být použitelná pro znalce při analýze dopravní nehody. Jsou to především údaje o datu a čase, ve kterém dopravní nehoda vznikla. Z uvedených záznamů vyplývá, že se nehoda stala 3.3.2013 v době 8:27:39-8:27:40. Dále se podařily zjistit 2 údaje o rychlosti vozidla. První uložila řídicí jednotka systému pro udržování bezpečného odstupu v_1=141 km/h. Druhá hodnota rychlosti byla zaznamenána v řídicí jednotce brzd a udává rychlost v_2=116 km/h. Jako střetová rychlost je v tomto případě uvažována rychlost v_2. Vysvětlení je v další části textu. Řídicí jednotka klimatizace/vytápění zaznamenala otáčky motoru při odpojení topného agregátu ot=2748 /min. Dále se podařilo zjistit informace o podélném a příčném zrychlení. U podélného zrychlení, respektive zpomalení byla zjištěna hodnota a=-6,7 m/s^2 ze které se dá usuzovat, že vozidlo před srážkou intenzivně brzdilo. Z hodnot příčného zrychlení a_{p1}=39,4m/s^2 a_{p2}=40,3 m/s^2 je patrné, že byly zaznamenány v okamžiku střetu, jelikož hodnoty příčného zrychlení se při běžné jízdě pohybují maximálně do 10 m/s^2. Podařilo se také vyčíst obvodové rychlosti kolem jednotlivých os vozidla, otáčky motoru a teploty chladicí kapaliny a oleje. Z těchto hodnot lze usuzovat, jak se vozidlo během střetu

pohybovalo. Tento pohyb je popsán v další části textu. Všechny hodnoty vhodné pro analýzu dopravní nehody, které jsme zjistili diagnostickým přístrojem, jsou uvedeny v tabulce 5.

Tab. 5 Načtené hodnoty z vozidla Audi A7

Rychlost 1 (postřetová)	v_1	141 km/h
Rychlost 2 (střetová)	v_2	116 km/h
Podélné zpomalení	a	6,69 m/s^2
Příčné zrychlení 1	a_{p1}	39,4 m/s^2
Příčné zrychlení 2	a_{p2}	40,3 m/s^2
Obvodová rychlost kolem osy X	v_x	2,93 m/s
Obvodová rychlost kolem osy Y	v_y	1,94 m/s
Obvodová rychlost kolem osy Z 1	v_{z1}	-7,45 m/s
Obvodová rychlost kolem osy Z 2	v_{z2}	-7,63 m/s
Otáčky motoru	RPM	2478 /min
Teplota oleje	t_o	96 °C
Teplota chladicí kapaliny	t_k	88 °C

Pohyb vozidla při střetu:

Jako střetová rychlost je v tomto případě uvažována rychlost $v_2=116$ *km/h*. Tato hodnota byla uložena v čase 8:27:39 a se zpomalením $a=6,69$ *m/s*^{2}. Hodnota v_1 byla zaznamenána až v čase 8:27:40. Současně s rychlostí v_1 byly uloženy hodnoty příčného zrychlení $a_{p1}=39,4$ *m/s*^{2} a $a_{p2}=40,3$ *m/s*^{2}. Tyto hodnoty ukazují, že vozidlo bylo vlivem střetu urychleno v kladném směru osy *y* (podle souřadného systému na obr. č. 39), což odpovídá i charakteru poškození vozidla a předpokládané střetové poloze obou vozidel. Dále byly zaznamenány obvodové rychlosti kolem jednotlivých os. Byla zaznamenána obvodová rychlost otáčení v záporném směru osy *z* v_{z1} a v_{z2}, což opět odpovídá pravděpodobné poloze při střetu a poškození vozidla. Jak je uvedeno výše, největší poškození vozidla bylo patrné na přední pravé části, z čehož se dá usuzovat, že došlo k bočnímu střetu, při kterém druhé vozidlo přijíždělo z pravé strany, z pohledu řidiče vozidla Audi A7 a bod rázu byl v oblasti předního pravého kola vozidla Audi A7, čímž došlo k rotaci vozidla Audi A7 kolem osy *z* proti směru hodinových ručiček jak zaznamenal snímač. Snímače obvodových rychlostí kolem osy *x* a *y* zaznamenaly hodnoty obvodových rychlostí kolem os v kladném směru. Tyto hodnoty opět korespondují s předpokládaným pohybem, kdy mohla být přední pravá část vozidla vlivem nárazu „nazdvižena“. Z hodnoty zpomalení $a=6,69$ *m/s* lze usuzovat, že vozidlo před střetem intenzivně brzdilo.

Výše popsaný střetový pohyb vozidla je pouze hypotetický. K ověření této hypotézy by bylo zapotřebí provést další znalecké metody k určení průběhu nehodového děje a bylo by nutné získat větší množství informací. Například plánek místa nehody, fotodokumentace a další stopy uvedené v kapitole 5. Je tedy zřejmé, že pouze informace z řídicí jednotky vozidla k analýze silniční nehody nestačí.

6.6 VYHODNOCENÍ ZJIŠTĚNÝCH DAT Z ECU

V experimentální části práce bylo provedeno zjištění nehodových dat u 5 vozidel, u kterých vlivem nehody došlo k zaznamenání dat do řídicích jednotek. Ukázalo se, že čím je větší počet elektronických systémů a čím je vyšší úroveň elektronických systémů ve vozidle, tím větší je pravděpodobnost získání užitečných informací pro analýzu nehody. Dalším poznatkem je, že informace uložené v řídicích jednotkách nejsou vždy všechny dostupné běžným diagnostickým přístrojem, ale existují postupy a metody jak z nich informace načíst. Tento postup je popsán v kapitole číslo 6.3 a 7.4. Týká se to především řídicí jednotky airbagů, ve které jsou uloženy minimálně informace o rychlosti, při které došlo k jejich aktivaci a informace o zrychlení/zpomalení při kterém došlo k aktivaci airbagů.

Při chybách vzniklých v motoru se téměř vždy zaznamenají data okolního prostředí, při kterých tato chyba vznikla, ovšem problém je, že po určitém počtu opětovných sepnutí kontaktů je chyba znovu načtena a tyto data jsou v některých případech přemazána, tudíž je obtížné získat relevantní data, která se dají vztahovat přímo k okamžiku nehody. Počet sepnutí kontaktů, při kterém dojde k přemazání freeze frame dat, není u všech vozidel stejný a také se liší podle typu závady. Některá vozidla (například Audi A7 kap. 6.5) ukládá každou zaznamenanou chybu zvlášť a původní chyby nepřemazává.

Přesto, že zjištění dat z řídicích jednotek vhodných pro analýzu silniční nehody není příliš snadné a u velkého množství vozidel tato data nejsou ani přítomna, u některých vozidel a s použitím vhodných diagnostických prostředků je možné tyto informace získat. Nejběžnější jsou informace o počtu ujetých kilometrů a času vzniklé závady. Obtížněji zjistitelné jsou pak informace o rychlostech vozidla, podélném a příčném zrychlení vozidla a další informace jako je zatížení motoru zařazený rychlostní stupeň otáčky motoru a další.

7 VYUŽITÍ DAT ZAZNAMENANÝCH V ŘÍDICÍCH JEDNOTKÁCH VOZIDEL

Tato kapitola se věnuje využití dat z řídicích jednotek pro analýzu silničních nehod a pro odhalování pojistných podvodů.

7.1 VYUŽITELNOST DAT Z ŘÍDICÍCH JEDNOTEK PRO ANALÝZU SILNIČNÍCH NEHOD

V kapitole 5.1 jsou uvedeny základní fyzikální veličiny, které používají znalci při analýze silniční nehody. Z těchto fyzikálních veličin je v některých případech možné díky elektronickým řídicím jednotkám vyčíst hodnoty rychlosti a zrychlení (podélného a příčného) a některých dalších veličin. V tabulce 6 je uvedeno, které z nejdůležitějších veličin, používaných pro analýzu silničních nehod lze získat z řídicích jednotek vozidel

Tab. 6.

Název	**Označení**	**Jednotky**	**Přítomnost v ECU**
Rychlost	v	m/s	ano
Úhlová rychlost	ω	rad/s	výpočet
Čas	t	s	ne
Dráha	s	m	ne
Zrychlení k jednotlivým osám	a	m/s^2	ano/výpočet
Hmotnost	m	kg	ne
Síla	F	N	výpočet
Práce	W	J	výpočet
Energie	E	J	výpočet
Frekvence	f	Hz	ano
Výkon	P	W	ne
Moment setrvačnosti	J	$kg.m^2$	ne
Moment síly	M	N.m	výpočet
Impuls síly	I	N.s	ne
Hybnost	h	$kg.m.s^{-1}$	výpočet
Moment hybnosti	L	N.m.s	ne
Obvodová rychlost	v_o	$m.s^{-1}$	ano

Poznámka:

Hodnoty označené v tabulce „*ano"* lze přímo vyčíst z řídicí jednotky vozidla. Hodnoty označené *„výpočet",* lze dopočítat z hodnot zaznamenaných v řídicí jednotce a z parametrů vozidla (hmotnost, rozchod, rozvor apod.), které jsou většinou snadno dohledatelné. Fyzikální

veličinu čas (tzn. dobu trvání děje) řídicí jednotky zaznamenat neumí. Umí však zaznamenat časový okamžik vzniku události (chyby).

Tyto veličiny mohou znalci pomoci při analýze nehody. Z řídicích jednotek vozidel je také možné diagnostikovat data, která mohou znalci pomoci určit, jakým způsobem řidič před střetem vozidlo ovládal. K tomu mohou pomoci data o otáčkách motoru, poloze škrticí klapky, případně data z dalších asistenčních a stabilizačních systémů. *Je však nutné dodat, že samotné tyto informace ke kompletní analýze ne stačit*. K provedení analýzy nehodové děje je zapotřebí většího množství informaci, jakou jsou stopy zanechané na místě nehody, fotodokumentace vozidel, plánek místa nehody a další informace uvedené v kapitole 5. Například použití údajů z řídicích jednotek bez ověření těchto údajů by bylo u soudu poměrně problematické, protože řídicí jednotka neslouží primárně jako záznamové zařízení a nemá žádné kalibrační ověření. Data z elektronických řídicích jednotek mohou sloužit jako výchozí údaj, který je však nutno ověřit dalšími znaleckými metodami analýzy nehodového děje. Tyto údaje však mohou být velmi cenné v případech, kdy není zajištěno dostatečně velké množství stop pro analýzu nehody.

7.2 VYUŽITELNOST DAT Z ŘÍDICÍCH JEDNOTEK PRO ODHALOVÁNÍ POJISTNÝCH PODVODŮ

Při odhalování pojistných podvodů se využívat podobné metody jako při analýze nehodového děje viz. kapitola 4.2, proto být využita stejná data o rychlostech vozidla a zrychlení. Dalšími důležitými daty, můžou být data, které nám napoví, v jakém provozním stavu se vozidlo při nehodě nacházelo a jakým způsobem řidič vozidlo ovládal. To být například informace o teplotě motoru, teplotě chladicí kapaliny, otáčkách motoru, poloze škrticí klapky apod. Jako příklad může být uveden pokus o pojistný podvod využívaný, při kterém jsou uplatňovány nároky na škodu, která nevznikla při nehodě. Tou může být například rozbitý světlomet. Jestliže je v řídicí jednotce uloženo datum a čas vzniku závady, které je dřívější než datum nehody, je jednoduše prokazatelné, že vznik závady nesouvisí s deklarovanou dopravní nehodou. Jelikož při dopravních nehodách dochází často k poškození světlometů a osvětlení vozidel, může být pouhé zjištění času cenným vodítkem pro odhalení pojistného podvodu. Další indicií může být také teplota oleje a chladicí kapaliny. Stejně jako u analýzy nehod by se však mělo využívat všech dostupných metod pro zjištění,

zda se skutečně jedná o pojistný podvod a případná data získaná z řídicích jednotek by měla sloužit pouze jako část indicií vedoucích ke konečnému závěru.

7.3 LEGISLATIVA

V průběhu práce bylo několikrát zmíněno, že výrobci řídicích jednotek neumožňují přístup ke všem informacím, které se v řídicích jednotkách nacházejí. Z mnoha důvodů je toto pochopitelné. Ovšem pokud by existovala legislativa, která by přikazovala výrobcům umožnit přístup k určitému druhu a množství informací vybraným osobám, například při znalecké činnosti, byla by využitelnost a dosažitelnost dat z řídicích jednotek mnohem vyšší. V současné době žádná podobná legislativa neexistuje ani se neuvažuje o jejím zavádění. V současné době se více zaměřuje na legislativu týkající se záznamových zařízení na principu EDR viz kap. 3.1, 3.2.

Legislativa ohledně záznamových zařízení není v Evropě ještě vytvořena, ale vedou se o ní diskuze na mnoha konferencích. V USA tato legislativa již nějakou dobu funguje. Tato legislativa nařizuje všem výrobcům vozidel instalovat do vozidel vyrobených po 1.8.2010 záznamová zařízení, která slouží k zaznamenání informací o průběhu nehody, případně krátkého časového úseku před nehodou. Prodejci vozidel jsou také povinni informovat kupujícího o přítomnosti záznamového zařízení ve vozidle. Každý stát má pak svou vlastní legislativu, která určuje povinnosti majitelů umožnit přístup k záznamovým zařízením ve svých vozidlech. Tato povinnost se v různých státech USA liší. Ve většině států jsou data, zaznamenaná v EDR, označována jako soukromá a patří výhradně vlastníkovi vozidla, nebo osobě která vozidlo užívá a bez jejich souhlasu nesmí být nikým jiným využívána. Pro poskytnutí dat jiné osobě je třeba vydání soudního příkazu, například při podezření ze spáchání trestného činu. V některých státech je umožněn přístup k datům policii, nebo jiným kontrolním orgánům. Tato legislativa se však neustále vyvíjí a mění. [37]

7.4 POSTUP PŘI ZÍSKÁVÁNÍ DAT Z ŘÍDICÍCHCH JEDNOTEK VOZIDLE PO NEHODĚ

Přesný a konkrétní postup pro získávání dat z řídicích jednotek havarovaných vozidel, nelze uvést, protože každá nehoda se odlišuje, jsou v ní zúčastněny jiné druhy a typy vozidel a vyskytují se za jiných podmínek. Přesto je možné uvést obecné zásady, které pomoci k úspěšnému získání dat z vozidla po nehodě:

- *použití vhodného diagnostického zařízení*: k načtení dat z řídicích jednotek různých vozidel může být zapotřebí různých diagnostických zařízení. Některé neoriginální a zpravidla dražší diagnostické zařízení jsou schopny vyčíst větší množství dat, než běžné servisní originální diagnostické přístroje.
- *načtení dat co nejdříve po vzniku nehody*: v ideálním případě je nejlepší načíst data ihned po vzniku nehody. To je možné pouze v případě, že je na místě přítomna osoba vybavena diagnostickým zařízením a oprávněná provést načtení dat, což však v praxi nebývá příliš běžné.
- *omezit opětovné sepnutí kontaktů po nehodě*: v případě že dojde k určitému počtu opětovných sepnutí kontaktů, může řídicí jednotka u některých závad, které vznikly při nehodě nahradit freeze frame data daty, zaznamenanými při opětovném zjištění chyby.
- *vymontování řídicí jednotky:* v případech kdy je to možné, je vhodné řídicí jednotku vymontovat z vozidla a diagnostikovat ji bez připojení k elektroinstalaci vozidla, k tomu je však zapotřebí speciální diagnostiky. Možné je také opravení vadné elektroinstalace ve vozidle před sepnutím kontaktů a provedení diagnostiky, nebo použití řídicí jednotky v jiném vozidle stejného typu jako je havarované vozidlo, nebo odeslání řídicí jednotky vozidla výrobci řídicí jednotky.
- *v případě, že byly při nehodě aktivovány airbagy provést diagnostiku řídicí jednotky airbagů:* řídicí jednotka airbagů u moderních vozidel ukládá informace, které však většinou běžnou diagnostikou nejdou načíst. Postup pro získání informací z řídicí jednotky airbagů je uveden níže.

Získání dat z řídicí jednotky airbagů:

V práci již bylo několikrát zmíněno, že řídicí jednotka airbagů v sobě často ukrývá informace, které nejsou běžnou diagnostikou zjistitelné, proto zde uvádím možné postupy jak informace z řídicí jednotky získat. Toto neplatí pouze pro ECU airbagů, ale také pro jiné řídicí jednotky. Řídicí jednotka airbagů ovšem ukládá informace vztahující se přímo k nehodě.

- *diagnostika speciálním diagnostickým přístrojem:* k této metodě je zapotřebí speciální diagnostický software, ale především je nutné, aby technik, který provádí diagnostiku jednotky, měl značné zkušenosti a znalosti týkající se kódování řídicích jednotek

- *odeslání řídicí jednotky výrobci:* druhou možností je vymontování řídicí jednotky z vozidla a její odeslání výrobci. Výrobce dokáže vyčíst z řídicí jednotky veškerá data, která jsou v ní uložená. Tento úkon výrobci ECU provádějí pro autorizované servisy, otázkou však zůstává jejich ochota provést načítání dat i pro třetí osoby. V rámci diplomové práce jsem oslovil některé výrobce řídicích jednotek s požadavkem na vyčtení dat z ECU, ale tato žádost byla vždy zamítnuta.

8 ZÁVĚR

Tato práce měla za cíl především ověřit možnosti získávání dat z řídicích jednotek vozidel pro analýzu silničních nehod a odhalování pojistných podvodů a sestrojit návod, jak postupovat při získávání těchto dat z řídicích jednotek. První část práce se zabývá elektronickými systémy současných vozidel a jejich řídicími jednotkami. Další část práce se věnuje získávání dat z těchto řídicích jednotek především pro potřeby při analýze silničních nehod a pojistných podvodech. V experimentální části práce bylo provedeno načtení dat z řídicích jednotek havarovaných vozidel a posouzení jejich možného využití pro analýzu nehod. V poslední části byla popsána metodika pro efektivní získávání dat z řídicích jednotek havarovaných vozidel.

Přestože se v průběhu práce nejdříve jevilo jako téměř nemožné zjistit z řídicích jednotek vozidel data, která by mohla pomoci při analýze nehod a pojistných podvodech a která by pomohla objasnit průběh nehody, postupem času se ukázalo, že existují metody jak tato data získat. Podařilo se také získat data z havarovaného vozidla, které poskytují poměrně velké množství informací, na jejichž základě lze udělat hypotézu o pohybu vozidla. Z práce však také vyplývá, že i v případě, kdy se podaří data z řídicích jednotek získat je třeba pro komplexní analýzu silniční nehody využít i všech dalších dostupných informací.

Využívání dat z řídicích jednotek vozidel se pro objasnění průběhu nehody v praxi zatím téměř nepoužívá. Využívá se jen v občasných případech, kdy se zjišťuje funkčnost některého z elektronických systémů ve vozidle a jeho vliv na silniční nehodu. Tato práce však ukázala, že data z řídících jednotek vozidel mohou být v některých případech velmi přínosná a mohou znalcům dodat cenné informace pro analýzu silničních nehod a odhalování pojistných podvodů, zejména v případech, kdy nejsou k dispozici všechny potřebné materiály a informace.

Na tuto práci by bylo možné navázat prací zabývající se elektronikou řídicích jednotek a především možnostmi jejich rozkódování a přístupu k informacím, které se výrobci řídicích jednotek snaží utajit.

Přestože se trend v získávání dat z řídicích jednotek vozidel ubírá spíše cestou záznamových zařízení, dokud tyto zařízení nebudou do vozidel skutečně instalovány, je jedinou možností získání dat přímo z řídicích jednotek, přes kódy závad vzniklé při nehodě.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] *Prezentace modelu škoda Superb* [online] [cit. 2013-05-15].

Dostupné z < http://auto.xf.cz/?adresa=9>

[2] VLK F. *Automobilová elektronika 2. Systémy řízení podvozku a komfortní systémy.* 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3. 308 s.

[3] *Elektrohydraulické servořízení* [online]. [cit. 2013-0-15].

Dostupné z: http://audiklub.cz/techwiki/elektrohydraulicke-servorizeni]

[4] *The role of steering system* [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.zf.com/brands/content/en/zf_parts/products_zfparts/steering_system_function_zfparts/steering_system_function_ZFParts.html>

[5] *Electric steering Toyota prius* [online]. [cit. 2013-05-15].

Dostupné z: <http://www.aa1car.com/library/electric_steering_toyota_prius.gif>.

[6] *Aktivní mechanismus řízení pro aktivní bezpečnost* [online]. [cit. 2013-05-15].

Dostupé z: <http://press.bosch.cz/detail.asp?f_id=265>. [cit. 2013-05-15].

[7] *Elektronické stabilizační systémy* [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z:<http://www.znamodpoved.cz/co-jsou-elektronicke-stabilizacni-systemy-ahs-dsc-esp-vdc-vsc/>

[8] Maxim,V., Kováč, J., Kudláč, Ľ. *Transfer inovácií 8/2005 – Systém ABS v motorových vozidlách*. ISBN 80 – 238 –9681 – 4.

[9] SCHEJBAL, Jan. *Vliv vybraných elektronických systémů podvozku na jízdní dynamiku vozidla:* diplomová práce. Brno, 2010. 58 s. Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství. Vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.

[10]. BOSCH Automotive Handbook, 6th Edition. Professional Engineering Publishing 2004. ISBN 1860584748

[11] *Systém ABS ve vozidle* [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.bosch.cz/aa>

[12] Bureš V., Šimek M., *Elektronika brzd ABS Holice 2009 34.s* dostupné z WWW: <https://socv2.nidm.cz/archiv31/getWork/hash/d984e964-6693-102c-aea7-001e6886262a>

[13] Vlk F., *Brzdové systémy osobních a užitkových vozidel.* Článek soudní inženýrství. Ročník 16-2005 str. 145-160.

[14] VLK F. *Automobilová elektronika 1. Asistenční a informační systémy.* 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3. 269 s.

[15] *Adaptive Cruise Control* [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.autoklinika.cz/glossary/acc-adaptive-cruise-control.html>

[16] *How an ignition system works* [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z:<http://www.2carpros.com/articles/how-an-ignition-system-works>

[17] *Motronic* [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-teo-202_25_karburatory_motronic.pdf>

[18] *Systém řízení motoru Motronic* [online]. [cit. 2013-05-15] Dostupné z:

<http://aa.bosch.cz/download/formule/formule_plakat_2004_02.pdf>

[19] VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových*. 1. vyd. Brno: Vlk, 2001, 576 s. ISBN 80-238-6573-0.

[20] BEZOUŠEK, Pavel. *CAN BUS.* [online] [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: http://euler.fd.cvut.cz/predmety/pmzd/data/MZD_05_can_bus_2010.pdf

[21] *CDR system* [online] [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://www.cdr-system.com>

[22] *CDR News and Information* [online] [cit. 2012-05-20] Dostupné z:

<http://www.boschdiagnostics.com/testequipment/cdr/Pages/CDRHome.aspx>

[23] SCHEJBAL, J. *Možnosti využití nehodových a chybových dat vozidel*. In *Sborník anotací konference JUFOS 2011 a CD s plným zněním příspěvků.* Brno: 2011. s. 1-5. ISBN: 978-80-214-4276- 4.

[24] Spek, A.: Accuracy of freeze frame data and EDR data in full scale crash tests. 21. EVU Conference, Brasov 2012

[25] SEMELA, Marek. *Analýza silničních nehod I*. Brno: 2012. s.1-83. ISBN: 978-80-214-4548-2

[26] SEMELA, Marek. Analýza silničních nehod II. Brno: 2012. s. 1-83. ISBN: 978-80-214-4549-9

[27] VLK, František. Automobilová technická příručka. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 791 s. ISBN 80-238-9681-4.

[28] VLK, František. Zkoušení a diagnostika motorových vozidel: výkon vozidla, brzdné vlastnosti, převodová ústrojí, řízení, geometrie kol, tlumiče a pružiny, řiditelnost a ovladatelnost, životnostní zkoušky, motor, zapalování, elektronické systémy. 1. vyd. Brno: Vlk, 2001, 576 s. ISBN 80-238-6573-0.

[29] *BMW GT1* [online] [cit. 2012-05-20]. Dostupné z:

<http://www.elerte.cz/produkty/diagnostika-bmw/bmw-gt1-notebook-154.htm>

[30] *Diagnostika Tech II* [online] [cit. 2012-05-20]. Dostupné z:

<http://www.autokomi.cz/autokomi/3-Sluzby/8-Diagnostika>

[31] *Software VCDS* [online] [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <www.vag-com.cz>

[32] Přiložený manuál k přístroji VAS 5052A, Self study program 256 VAS 5052 Design and Function.

[33] PANÁČEK, Vladimír. *Zkoušení vozidel.* 1. vyd. Brno Vysoké učení technické Brno, 2012, ISBN 978-80-214-4569-7

[34] *The 2012 Audi A7 Running Gear and Suspension Systems,* Self study programe, 2011 Audi of America LLC 52 s.

[35] Electromechanical parking brake [online] [cit. 2012-05-20]. Dostupné z: <http://www.audi.ph/sea/brand/tools/advice/glossary/electromechanical_parking_brake.html>

[36] Jan Z., Ždánský B. : *Automobily 4: Příslušenství*; Druhé vydání, Brno 2003 ISBN 978-80-87143-16-2

[37] HARRIS, Jim. *Event Data Recorders - State Statutes and Legal Considerations* 2010 Accident Reconstruction Journal, Vol. 18, No. 1, Jan/Feb 2010.