



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Veronika Kostěncová

**SYSTÉMY ČTENÍ A ZPRACOVÁNÍ NEHODOVÝCH  
DAT**

Bakalářská práce

**2019**



**K622..... Ústav soudního znelectví v dopravě**

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Veronika Kostěncová**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika**

Název tématu (česky): **Systémy čtení a zpracování nehodových dat**

Název tématu (anglicky): Systems for Retrieving and Processing of Accident Data

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Historie a vývoj systémů pro čtení diagnostických a nehodových dat
- Princip fungování systémů diagnostiky
- Struktura EDR dat a systémy pro jejich čtení (např. CDR, GIT)
- Praktická část - ukázka použití při analýze dopravní nehody



- Rozsah grafických prací: dle zadání vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: ISO 6487: 2015 Road vehicles - Measurement techniques in impact tests - Instrumentation  
49 CFR Part 563 - Event Data Recorders  
CDR User Guide

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Luboš Nouzovský**  
**Ing. Michal Frydrýn, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **25. října 2018**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **26. srpna 2019**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu soudního znalectví v dopravě



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Veronika Kostěncová  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 25. října 2018

### **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Luboši Nouzovskému, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a čas, který mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval. Dále pak Ústavu soudního znalectví v dopravě za poskytnutí podkladů pro vypracování této práce. V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině za podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

### **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 26. srpna 2019

.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

SYSTEMY ČTENÍ A ZPRACOVÁNÍ NEHODOVÝCH DAT

Bakalářská práce

2019

Veronika Kostěncová

**ABSTRAKT**

Předmětem bakalářské práce „Systemy čtení a zpracování nehodových dat“ je rozbor technologie EDR, tedy funkce řídicí jednotky airbagů ve vozidle, která je schopna zaznamenat informace týkající se nehodové události. Získávání dat uložených v EDR je realizováno prostřednictvím nástrojů proprietárního charakteru, například pomocí systému CDR, kterému je v práci rovněž věnována pozornost. Teoretická část je zaměřena na analýzu historického i současného vývoje EDR funkce, legislativní stránku a v neposlední řadě i princip fungování záznamníků. Cílem praktické části je ukázka zpracování EDR dat a rovněž ověření spolehlivosti těchto dat na základě výstupů experimentálního měření.

**KLÍČOVÁ SLOVA**

Event Data Recorder (EDR) jednotka, Crash Data Retrieval (CDR) nástroj, vyšetřování dopravní nehody, nehodová data, záznam dat, řídicí jednotka airbagu, diagnostika.

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

SYSTEMS FOR RETRIEVING AND PROCESSING OF ACCIDENT DATA

Bachelor Thesis

2019

Veronika Kostěncová

**ABSTRACT**

The subject of bachelor thesis „Systems for Retrieving and Processing of Accident Data” is an analysis of EDR technology, a function of the airbag control unit in a vehicle, which records information about the accident. Retrieving of data saved in EDR is done by tools of a proprietary character, for example by CDR system, which is also mentioned in the thesis. The theoretical part describes the analysis of historical and current development of EDR function, the appropriate legislation and also the operation principle of the recorders. The aim of the practical part is to show the processing of EDR data and also to verify the reliability of the data based on the output of the experimental measuring.

**KEY WORDS**

Event Data Recorder (EDR) unit, Crash Data Retrieval (CDR) tool, road traffic accident investigation, accident data, data recording, airbag control module, diagnostics.

## Obsah

Seznam použitých zkratk.....	9
Úvod .....	11
1 Historie a vývoj systémů pro záznam a čtení diagnostických a nehodových dat.....	13
1.1 Historie a vývoj palubních diagnostických systémů .....	13
1.1.1 OBD I.....	14
1.1.2 OBD II.....	15
1.1.3 EOBD.....	16
1.1.4 OBD III.....	17
1.2 Počátky záznamových zařízení .....	17
1.2.1 Železniční doprava.....	18
1.2.2 Letecká doprava .....	18
1.2.3 Lodní doprava .....	19
1.2.4 Automobilová doprava .....	19
1.3 Vývoj zařízení pro čtení EDR dat .....	26
2 Legislativa .....	27
2.1 Legislativa v USA .....	27
2.1.1 49 CFR část 563 .....	27
2.1.2 IEEE 1616.....	28
2.1.3 SAE International .....	29
2.1.4 Driver's Privacy Act of 2015 .....	30
2.2 Evropská legislativa .....	31
2.2.1 Adaptace legislativy v jednotlivých evropských zemích .....	32
2.2.2 Zpracování osobních údajů, vlastnictví dat EDR .....	34
2.2.3 Vývoj situace v současné době .....	34
3 Princip fungování systémů diagnostiky.....	37
3.1 Diagnostika motorových vozidel .....	37
3.1.1 Sériová a paralelní diagnostika .....	37
3.2 Diagnostika elektronických systémů.....	39

3.2.1	Vlastní diagnostika .....	39
3.2.2	Paměť závad.....	39
3.2.3	Chybové kódy .....	40
3.2.4	Diagnostika OBD.....	42
4	Princip fungování záznamových zařízení a struktura dat.....	43
4.1	Definice zařízení Event Data Recorder .....	43
4.2	Integrace EDR v dalších systémech.....	43
4.2.1	Electronic Control Module .....	44
4.2.2	Advanced Automatic Collision Notification .....	44
4.2.3	Airbag Control Module .....	45
4.3	Princip technologie EDR .....	46
4.4	Data EDR.....	48
5	Metody získání a systémy pro čtení EDR dat.....	51
5.1	Metody získání nehodových dat.....	51
5.1.1	Připojení prostřednictvím komunikační cesty sériového připojení k diagnostickému komunikačnímu portu vozidla.....	52
5.1.2	Přímé připojení k ACM/EDR.....	53
5.2	Protokol CDR .....	54
5.3	Nástroje pro interpretaci EDR dat.....	57
5.3.1	Bosch CDR Tool .....	57
5.3.2	Hyundai a Kia EDR Tool .....	61
5.3.3	Tesla EDR.....	63
5.3.4	Jaguar Land Rover.....	65
6	Ukázka použití při analýze dopravní nehody .....	66
6.1	Nárazová zkouška.....	66
6.1.1	Testovací vozidla .....	67
6.1.2	Použitá měřicí zařízení.....	70
6.1.3	Popis crash testu.....	72
6.2	Analýza CDR protokolu .....	75



6.3	Zpracování dat .....	78
6.4	Srovnání zaznamenaných hodnot .....	79
7	Závěr.....	80
8	Zdroje.....	81
9	Seznam obrázků .....	90
10	Seznam tabulek.....	92
11	Seznam příloh .....	93

## Seznam použitých zkratk

AACN	Advanced Automatic Collision Notification
ABI	Association of British Insurers
ACM	Airbag Control Module
ACN	Automatic Collision Notification
ACSM	Advanced Crash Safety Module
ACU	Airbag Control Unit
ADR	Accident Data Recorder
ALDL	Assembly Line Diagnostic Link
CAA	Clean Air Act
CABS	Center Air Bag Sensor
CAN	Controller Area Network
CARB	California Air Resources Board
CCC	Computer Command Control
CDR	Crash Data Retrieval
CIN	Calibration Identification Number
CIREN	Crash Injury Research & Engineering Network
CVN	Calibration Verification Number
CVR	Cockpit Voice Recorder
DLC	Data Link Connector, Diagnostic Link Connector
DTC	Diagnostic Trouble Codes
DTM, D2M	Direct to Module
ECM	Electronic Control Module
ECU	Electronic Control Unit
EDR	Event Data Recorder
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
FDR	Flight Data Recorder
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standards
FRAM	Ferroelectric Random Access Memory
GIT	Global Information Technology
GM	General Motors
GPS	Global Positioning System
HVEDR	Heavy Vehicle Event Data Recorders

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
JPL	Jet Propulsion Laboratory
MIL	Malfunction Indicator Lamp
MVEDR	Motor Vehicle Event Data Recorders
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NASS-CDS	National Automotive Sampling System – Crashworthiness Data System
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
NTSB	National Transportation Safety Board
OBD	On Board Diagnostics
ORC	Occupant Restraint Control Module
OTMR	On-Train Monitoring Recorder
PCM	Powertrain Control Module
RAM	Random-Access-Memory
RCM	Restraint Control Module
ROM	Read-Only Memory
SAMOVAR	Safety Assessment Monitoring On-Vehicle with Automatic Recording
SCI	Special Crash Investigations
SDM	Sensing and Diagnostic Module
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
UDR	Unfalldatenspeicher
VEDR	Video Event Data Recorder
VERONICA	Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assessment
VIN	Vehicle Identification Number

## Úvod

V posledních desetiletích se stala automobilová doprava téměř nezbytnou součástí našeho každodenního života. Dynamický rozvoj tohoto druhu dopravy s sebou přináší nespočet výhod na straně jedné, ale i mnoho závažných problémů na straně druhé. Negativní aspekty zahrnují nejen znečišťování životního prostředí, hustý provoz a nesprávné jízdní návyky, ale především relativně vysokou míru dopravní nehodovosti. Ta má pak za následek společenské a ekonomické ztráty.

Jedním z cílů Evropské unie z roku 2010 bylo snížit do roku 2020 počet smrtelných nehod na silnicích o polovinu, nicméně i přes klesající počet nehod s tragickými následky se nedaří dosáhnout tohoto ideálu. Dalším záměrem s výrazně vyšším cílem, ke kterému se mimo jiné připojila i Česká republika, je projekt bezpečnosti silničního provozu VIZE 0. Filosofie projektu je založena na myšlence snížit počet usmrcených a vážně zraněných osob v důsledku dopravních nehod na nulu, dále pak na tvrzení, že dopravní nehoda není selháním jednotlivce, ale celého dopravního systému. [1] Řada studií však uvádí, že hlavní příčinou dopravních nehod je chyba řidiče. [2]

V souvislosti se zaváděním dopravních opatření (ať už z pohledu infrastruktury nebo konstrukce vozidel) s hlavním záměrem zvýšení bezpečnosti silničního provozu, je důležité dozvědět se co nejvíce informací o hlavních příčinách dopravních nehod již ve fázi návrhu daného opatření. Jiným způsobem řečeno, je potřeba shromáždit co nejvíce klíčových informací pro rekonstrukci dané nehody. Existuje hned několik způsobů, jak zjistit potřebné údaje k analýze nehody, jednak to mohou být ne příliš důvěryhodné protokoly o výpovědi zúčastněných, tedy podklady subjektivní; dále pak podklady objektivní, které zakládají na technických záznamech. V současné době existuje mnoho technik a nástrojů pro rekonstrukci dopravních nehod, které zahrnují vědeckou interpretaci fyzických důkazů k určení hlavních příčin takových událostí.

Na trhu se můžeme setkat s celou řadou záznamníků různých dat o vozidle. Jsou to specializovaná zařízení, respektive funkce ve vozidle, které dokážou zaznamenat parametry o stavu vozidla. To jak během celé cesty, tak například jen v okamžiku, kdy nastane událost, která překračuje určité prahové hodnoty a spouští záznam. Za takových okolností se jedná o takzvané zařízení pro záznam údajů, známé spíše jako Event Data Recorder (EDR). Kromě toho existují i videorekordéry (VEDR), které fungují na podobném principu, mají však přidanou schopnost videozáznamu okolního prostředí.

EDR jsou zařízení schopná zaznamenat technické informace o vozidle v časovém intervalu krátce před, během a po nehodě. Zásadní výhodou je skutečnost, že zařízení uchovává

hodnoty reálné situace, tedy není třeba předpokládat nejistoty naměřených hodnot, na rozdíl od různých počítačových simulací a modelů kolize. Ač v současnosti nejsou tolik rozšířena v evropském prostředí, ve Spojených státech jsou hojně užívána k vyšetřování příčin dopravních nehod a zlepšování konstrukce vozidel. Mimo zmíněné výhody se data zaznamenaná EDR užívají jako plnohodnotný důkaz v soudním řízení, na pojistném trhu pak bývají základním nástrojem pro posouzení rizikových profilů klientů.

Jedním z cílů této práce je zmapování technických prostředků a postupů včetně definování legislativního rámce pro čtení nehodových údajů starších i moderních vozidel. Jedná se o zařízení EDR a jejich uživatelské protokusy, které umožňují čtení dat. Dalším z dříve uvažovaných směrů je kromě využití těchto zařízení použití klasického servisního prostředku, kterým jsou diagnostické nástroje. Tato větev rozvoje se však ukázala z mnoha důvodů jako nevyhovující pro potřeby forenzních analýz nehodového děje. I z tohoto důvodu je diagnostickým zařízením věnováno řádově méně prostoru než záznamovým zařízením.

Zvýšená pozornost je věnována rešerši, neboť zatím neexistuje dokument v českém jazyce, který by komplexně a dopodrobna popisoval řešené téma. V následujících kapitolách je popsán vývoj zařízení pro záznam jak diagnostických, tak nehodových dat; dále principy funkce těchto zařízení; jsou představeny zařízení pro čtení takových dat, a to včetně nejnovějších verzí, které jsou na trhu dostupné.

Praktická část se zaměřuje na vyhodnocení EDR dat získaných nástrojem Bosch CDR při experimentálním měření projektu VIMOT 4U. Dílčím cílem praktické části je ukázka zpracování dat z CDR protokolu a následně komparace CDR výstupu s daty naměřenými jinou měřicí metodou s cílem ověření přesnosti a důvěryhodnosti dat EDR, aby bylo možné tyto údaje použít pro následnou analýzu dopravních nehod.

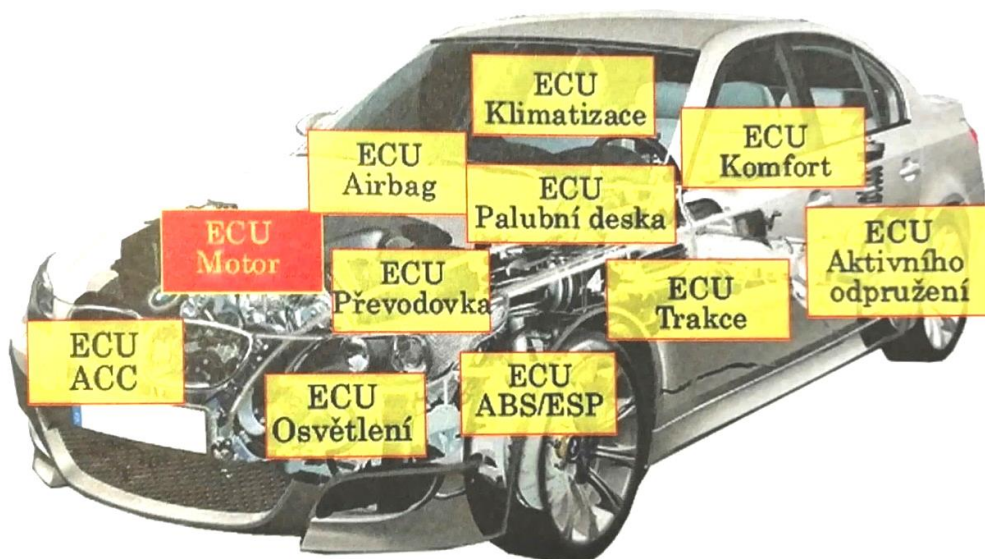
# 1 Historie a vývoj systémů pro záznam a čtení diagnostických a nehodových dat

## 1.1 Historie a vývoj palubních diagnostických systémů

Před samotným popisem vývoje diagnostických systémů je třeba odpovědět na otázku, co to vlastně je diagnostika motorových vozidel a palubní diagnostika. Diagnostikou motorových vozidel se rozumí „činnost, která se zabývá rozeznáváním funkčních nesprávností soustav, ústrojí a částí vozidel, případně jejich příčinami. Je to kontrolní proces, který umožňuje okamžité ověření celkového technického stavu vozidla, aniž by docházelo k demontáži a zpětné montáži kontrolovaných částí.“ Konkrétním typem takové diagnostiky je palubní diagnostika, z anglického On Board Diagnostics – OBD (Obrázek 1). Tu lze identifikovat jako „interní diagnostický systém, který je součástí palubního počítače vozidla a jeho činnost je zaměřena na kontrolu emisí výfukových plynů.“ Hlavním úkolem této diagnostiky je zajistit, aby byl řidič včas informován o vzniklých závadách na vozidle, tedy jak již bylo zmíněno, jedná se především o poruchy, které mají vliv na zvýšenou tvorbu škodlivých látek. V takovém případě je pak řidič upozorněn například rozsvícením kontrolky na přístrojové desce. [3] [4] [5]

Existují dva hlavní směry palubní diagnostiky:

- legislativní – založen na bázi OBD,
- definované výrobcem – vlastní (proprietární) protokoly výrobců. [6]



Obrázek 1: Zobrazení možných systémů, které podléhají diagnostickým procedurám (červeně vyplněná jednotka spadá do konceptu OBD, žlutě vyplněny jsou jednotky diagnostikovatelné proprietárním protokolem).

[6]

Místem vzniku palubní diagnostiky lze označit centrální Kalifornii, konkrétně pak Los Angeles. Zde poprvé byly v roce 1966 zavedeny povinné emisní kontroly vozidel, které platily v celé federaci (USA) od roku 1968. Hlavním důvodem zavedení byl velmi špatný stav ovzduší způsobený jak klimatickými podmínkami a přírodními katastrofami, tak především vysokou koncentrací automobilové dopravy. V roce 1970 byla v souvislosti s přijetím zákona o čistotě ovzduší, tzv. Clean Air Act (CAA), vozidla prodávaná ve Spojených státech poprvé vybavena elektronikou pro ovládání různých systémů a diagnostiku poruch automobilu, aby byla splněna požadovaná kritéria. Jedním z požadavků byla například instalace odvětrání klikové skříně a vstřikovacího čerpadla. [6] [7]

Americká společnost General Motors (GM) v roce 1980 implementovala svůj diagnostický spojovací článek ALDL (Assembly Line Diagnostic Link) a následně roce 1981 jako první zavedla do sériové výroby systém CCC (Computer Command Control). Poprvé se tak objevily algoritmy skutečného řízení, které obsahovaly údaje ze snímačů otáček, teploty motoru, polohu škrticí klapky, barometrického tlaku a snímač koncentrace kyslíku ve spalínách (lambda sonda). Brzy po GM začali i další výrobci vytvářet vlastní systémy, to se však ukázalo jako problém z důvodu nedostatku vzájemné kompatibility. Tedy nebyly přesně stanoveny standardy, tvary konektorů datového spojení (DLC – Data Link Connector) se lišily i mezi modely stejného výrobce. Není tedy divu, že v roce 1985 státní instituce CARB (California Air Resources Board) začala požadovat, aby všechna nová vozidla prodávaná v Kalifornii od roku 1991 a starší měla základní OBD. Tyto požadavky jsou obecně označovány jako „OBD I“, ačkoliv tento název začal být používán až po zavedení systému OBD II. [6] [7]

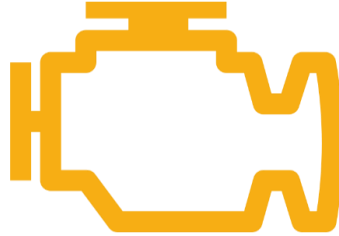
### **1.1.1 OBD I**

Jak již bylo zmíněno, jedná se o systém regulací, jehož úplný název zní „Malfunction and Diagnostic System for 1988 and Subsequent Model Year Passenger Cars, Light-Duty Trucks, and Medium-Duty Vehicles with Three-Way Catalyst Systems and Feedback Control“. Veškeré závady v systému byly signalizovány kontrolkou MIL (Malfunction Indicator Lamp), která je znázorněna na Obrázku 2. Při detekci závady se zároveň ukládaly do paměti řídicí jednotky chybové kódy DTC (Diagnostic Trouble Codes). [6] [7]

#### **Hlavní rysy OBD I:**

- Indikační kontrolka MIL
- Chybové kódy DTC
- Monitorování:
  - Vstupy hlavních senzorů

- Dávkování paliva
- Systém recirkulace
- Sledování přerušení obvodů a zkratů [6]



Obrázek 2: Kontrolka MIL (zdroj: www.wikipedia.de)

### 1.1.2 OBD II

Druhou generací palubního diagnostického systému, a tedy nástupcem OBD I je OBD II, který je v USA platný od ledna 1996. Vzhledem k nemožnosti udržení kroku s invazí elektroniky v automobilovém průmyslu bylo nutno sestavit nové standardy, které se kromě elektronických obvodů vozidla zaměřují i na chemické a mechanické poruchy, které mohou ovlivnit úroveň emisí vozidla (např. selhání katalyzátoru a palivového systému). [6]

Tento systém kontroluje stav všech snímačů, jako je např. snímač vstřikování nebo přívodu vzduchu do motoru. V případě, že se vyskytne nějaká chyba, systém automaticky upozorní řidiče rozsvícením MIL kontrolky. Nově se při závadě zapisují i podmínky (Freeze Frame). Data Freeze Frame jsou data okolního prostředí, která se vztahují na poruchu, jež jako první aktivovala kontrolku emisí (MIL). [7] [8]

Aby mohla pověřená osoba získat maximální možné informace o problému ve vozidle, záznam poruchy je zachován v alfanumerické podobě pomocí přiřazených chybových kódů, přičemž písmenem je označena funkční skupina a číselně kód závady.

Pro Evropu je zavedení systémů OBD II povinností pro vozidla se zážehovým motorem počínaje modelovým rokem 2000, pro vozidla se vznětovým motorem modelovým rokem 2003 a nákladní vozidla 2005. [7]

#### Hlavní rysy OBD II:

- Kontinuální sledování a funkční testy
- Rozšířená diagnostika kyslíkových sond a palivového systému
- Detekce vynechávání zapalování
- Monitorování účinnosti katalyzátoru
- Sledování systému recirkulace



- Monitorování funkce odvzdušnění palivové nádrže
- Sledování přístupu sekundárního vzduchu
- Odvzdušnění klikové skříně
- Změna v ovládání diagnostické kontrolky MIL
- Standardizace chybových kódů DTC, datového toku po komunikační lince, diagnostického rozhraní a diagnostického přístroje [6]

### 1.1.3 EOBD

EOBD je zkratka pro evropskou variaci OBD II. Z technického hlediska je hlavním rozdílem od americké obdoby zavedení inovativní funkce, kdy je zaznamenáván čas zpoždění nebo vzdálenost od výskytu vady až po její diagnózu. Diagnostická data jsou dostupná v základních 9 módech (režimech). Módy 1 až 5 se používají při měření a kontrole emisí, všechny ostatní módy pomáhají při diagnostice motoru. K identifikaci se využívá identifikační číslo vozidla VIN (Vehicle Identification Number), CIN (Calibration Identification Number) a CVN (Calibration Verification Number). [4] [7] [9]

#### Režimy činnosti EOBD:

1 skutečné hodnoty	6 hodnoty sporadicky kontrolovaných systémů
2 provozní podmínky	
3 vyčtení paměti závad	7 vyčtení paměti sporadických závad
4 vymazání paměti závad	8 akční členy
5 lambda hodnoty	9 informace o vozidle, kódy VIN, CIN a CVN

[4]

Byly zavedeny dva stupně EOBD. EOBD prvního stupně se zabývá kontrolou emisí výfukových plynů, sleduje motor, data lambda sondy, časy vstřikování, činnost zapalování, účinnost katalyzátoru apod. Pro zjištění nesprávností soustavy, především pak z hlediska tvorby škodlivých emisí, se provádí test základních prvků, nikoliv test soustavy. Pokud je bezporuchový stav všech prvků soustavy ověřen diagnostickým postupem, je i soustava ve stavu bezporuchovém. [4]

EOBD druhého stupně sleduje i další systémy vozidla, jako např. činnost protiblokovacího zařízení brzd ABS, klimatizaci, airbag apod. [4]

Z legislativní stránky lze zaznamenat výraznější rozdíly od amerického systému OBD II. Povinnost začlenění EOBD ve vozidlech je dána směrnicí 98/69/ES, ta byla schválena v roce 1998 s platností od roku 2000 spolu s novým emisním předpisem Euro III. Směrnice určuje jízdní cykly a emisní limity. Na rozdíl od amerického OBD II, který platil od zahájení

své působnosti pro osobní, lehká dodávková a dodávková vozidla bez rozlišení typu motoru (zážehový, vznětový), u EOBD jsou stanoveny termíny platnosti nejen dle druhu vozidla, ale i podle spalovaného druhu paliva. [6]

#### **Hlavní rysy EOBD:**

- Monitorování účinnosti katalyzátoru
- Diagnostika kyslíkových sond a palivového systému
- Sledování správné funkce lambda sondy
- Monitorování komponentů, které jsou rozhodující z hlediska emisí výfukových plynů, u kterých závada vede ke zvýšení škodlivin ve výfukových plynech nad zákonem stanovený limit
- Sledování elektrického připojení všech kontrolních komponentů
- Odvzdušňovací ventil palivové nádrže [8]

#### **1.1.4 OBD III**

Jedná se o koncept, který je v současné době ve stádiu vývoje. Hlavní rozdíl oproti OBD II spočívá v integraci bezdrátového vysílače (radiofrekvenční, mobilní nebo Wi-Fi) do vozidla, přičemž prostřednictvím sítě přijímačů jsou následně na dálku získávány OBD informace z vozidel. Pokud by vozidlo bylo vybaveno tímto systémem, diagnostika by mohla být provedena bez nutnosti fyzické kontroly zařízení vozidla na stanici. [10]

Tuto koncepci navrhla státní instituce CARB v březnu roku 2009, a to především z ekonomických důvodů. Odhaduje se, že po celou dobu životnosti vozidla by se prostřednictvím technologie OBD III mohly snížit náklady na kontrolu smogu přibližně o 75 % ve srovnání s programy inspekce na stanici. [10]

Nevyřešenou otázkou je však bezpečnost systému, neboť moderní systémy ve vozidlech jsou svázány i s daty GPS, které umožňují lokalizaci vozidla. [6]

## **1.2 Počátky záznamových zařízení**

Pro úplnou představu fungování systémů je vhodné se zaměřit i na historický vývoj technologie EDR, jejíž historie je spojena se vznikem prvních datových zapisovačů, které byly implementovány v železniční dopravě již v 19. století. Další vlna této technologie byla zaznamenána o něco později v letectví, následně pak v lodní dopravě, přičemž docházelo k postupnému zdokonalování a vývoji nových zařízení.

### 1.2.1 Železniční doprava

Na počátku celého konceptu EDR stojí zařízení pro záznam nehodových událostí původně umístované do vlaků, známé jako On-Train Monitoring Recorder (OTMR). Prvním typem takového zařízení byl mechanický záznamník švýcarské společnosti HaslerRail, který byl uveden v září roku 1891. Kromě dráhy umožňoval zaznamenávat i čas a rychlost, kterou se lokomotiva pohybovala. [11]

Francouz Nicolas Charles Eugène Flaman dále vynalezl přístroj, který fungoval na podobném principu, jednalo se o tzv. Flaman Speed Indicator and Recorder (Obrázek 3). Opět zaznamenával rychlost, kterou zapisoval na papírovou odvíjecí pásku. Cívka se pohybovala v závislosti na pohybu kol lokomotivy o 5 mm na 1 km. Výstupem tohoto zařízení byly tři grafy. [12] [13]



Obrázek 3: Flaman Speed Indicator and Recorder (zdroj: [www.gettyimages.co.uk](http://www.gettyimages.co.uk))

Současné záznamníky nehodových dat se řídí zákonnými úpravami FRA 49 CFR částí 229, nutno však podotknout, že tyto předpisy platí pouze pro USA. Vyžadují, aby byly tyto záznamníky nainstalovány na hnací vozidla všech vlaků nákladní, osobní a příměstské dopravy s rychlostí nad 30 mph (48 km/h) na železniční síti USA. V ČR se umístování záznamových zařízení řídí normou ČSN EN 62625-1 (342671). [14]

### 1.2.2 Letecká doprava

V leteckém průmyslu byl poprvé představen záznamník letových dat (Flight Data Recorder – FDR) v roce 1939 ve Francii. První takový přístroj fungoval na bázi zápisu dat na pomalu se pohybující fotografický film, jenž byl vystaven odrazu tenkého světelného paprsku z nakloněného zrcadla. Tento film musel být umístěn ve světlotěsné schránce, tedy bylo třeba, aby byla uvnitř černá. Existuje mnoho teorií, jak mohl vzniknout název „černá

skříňka“, je zde však velká pravděpodobnost, že je zařízení pojmenováno právě po této první verzi. [15]

Australský vynálezce David Warren v roce 1958 sestrojil kombinovaný prototyp FDR/CVR (Flight Data Recorder/Cockpit Voice Recorder), kde kromě letových údajů (např. výška, rychlost, stav paliva v letadle) bylo možné pomocí žáruvzdorného magnetofonu nahrávat i rozhovory v pilotní kabině (Obrázek 4). [16]



Obrázek 4: Černá skříňka umísťovaná do letadel (zdroj: [www.svetovafakta.cz](http://www.svetovafakta.cz))

### 1.2.3 Lodní doprava

Vyšetřování mimořádných událostí spojených s námořní dopravou pomocí záznamníků událostí o plavbě (Voyage Data Recorder – VDR) pravděpodobně zaujímá nejkratší dobu vývoje. Tato jednotka byla poprvé zmíněna v roce 1974, kdy byly zveřejněny povinné předpisy pro bezpečnost plavby v Mezinárodní úmluvě o bezpečnosti lidského života na moři (International Convention for the Safety of Life at Sea – SOLAS). Tyto přístroje jsou schopny zaznamenat mimo informace o poloze, času a rychlosti i zvuk z můstku. [17]

### 1.2.4 Automobilová doprava

Černé skříňky v komerčních letadlech přinesly mnoho objektivních dat k rozboru leteckých nehod, proto vytvořit obdobný nástroj k usnadnění vyšetřování silničních nehod bylo hlavním cílem projektu Národního úřadu pro bezpečnost silničního provozu Spojených států amerických (National Highway Traffic Administration – NHTSA). Společnost GM v roce 1974 jako první představila jednoduché analogové zařízení pro záznam a ukládání dat o nárazu. Tento záznamník byl znám spíše jako Disc Recorder a byl instalován na 1000 vybraných vozidel, která byla vybavena airbagy. Pro představu, záznam obsahoval údaje o závažnosti nárazu, stavu airbagu, tedy zda byl, nebo nebyl aktivován. Systém zároveň

nahrával data během událostí, kdy nedošlo k aktivaci airbagu, respektive kdy náraz nebyl tak silný, aby došlo k nasazení. Data získaná tímto zařízením však byla dostupná pouze pro GM. V rámci technických parametrů, první zapisovače fungovaly na základě začlenění elektromechanických snímačů a diagnostického obvodu, který nepřetržitě monitoroval ovládací obvody airbagů a stav varovné kontrolky na přístrojovém panelu vozidla. V případě události pak uložil i přibližný čas. [18] [19] [20] [21]

#### **1.2.4.1 První verze**

První verze systému byla od roku 1990 rozšiřována o další funkce za účelem potenciálního vyhodnocování využití EDR dat, přičemž hlavním záměrem bylo vylepšování bezpečnosti vozidel a bezpochyby také snaha záchrany lidských životů. Do popředí se tak dostala myšlenka zkombinovat EDR s ACN (Automatic Collision Notification) technologií. Tu lze představit jako asistenta automatického oznámení nehody, který dokáže upozornit záchranné služby na tuto skutečnost. Tento projekt kombinoval oznamovací a záznamovou technologii, což v praxi znamená, že v případě havárie systém zahájil pomocí bezdrátového komunikačního systému žádost o pomoc, určil polohu vozidla a zároveň uložil údaje o nehodě. V rámci testování bylo touto technologií vybaveno přibližně 700 vozidel. [20]

Od roku 1994 začalo stále více vozidel zaznamenávat užitečná data, která byla středem zájmu NHTSA. Původní myšlenkou byla spolupráce s výrobcí automobilů. Úřad tedy začal shromažďovat EDR data v rámci tří hlavních programů:

- **SCI – Special Crash Investigations – zvláštní vyšetřování nehod**

Data získaná programem SCI představovala široké spektrum dat od policejních spisů až po rozsáhlé zprávy odborných týmů pro vyšetřování dopravních nehod. Středem zájmu tohoto programu bylo zlepšení bezpečnostních prvků osobních automobilů, lehkých nákladních automobilů a školních autobusů. [22]

- **NASS-CDS – National Automotive Sampling System – Crashworthiness Data System**

Doslovně se jedná o národní automatizovaný systém odběru vzorků, který se skládá ze dvou systémů – Crashworthiness Data System (CDS) a General Estimates System (GES). Tento program zakládal především na datech získaných z policejních spisů. Nezaměřoval se ani tak na detaily nehody, neboť se snažil komplexně nahlížet na celou událost. CDS data pak byla využívána při identifikaci potenciálních zlepšení designu vozidel. [23]

- **CIREN – Crash Injury Research & Engineering Network**

Program, který kombinoval sběr lékařských a technických dat, přičemž hlavním cílem bylo určit příčinu zranění při nehodě. Hlavním posláním programu CIREN bylo zlepšit nejen prevenci, ale i snížit počet nehod se smrtelnými následky. [24] [25] [26]

S rostoucí popularitou EDR přibývali i výrobci tohoto zařízení. Týmy NHTSA pro vyšetřování nehod shromažďovaly údaje od dvou hlavních – General Motors a Ford. Je třeba zmínit, že každý výrobce využíval pro své EDR jiných modulů.

#### **1.2.4.1.1 EDR společnosti General Motors**

Od roku 1990 začalo GM EDR procházet významnými změnami. To bylo pro výzkumníky výzvou pro porovnávání schopností vozidel vybavených různými generacemi GM EDR. Abychom mohli porovnávat vývoj zařízení, je třeba si nejprve představit původní verzi EDR, které bylo součástí diagnostického modulu Diagnostic and Energy Reserve (DERM), kde bylo možné zaznamenávat časy pro stavové senzory a poruchové kódy v době aktivace. [20] [21]

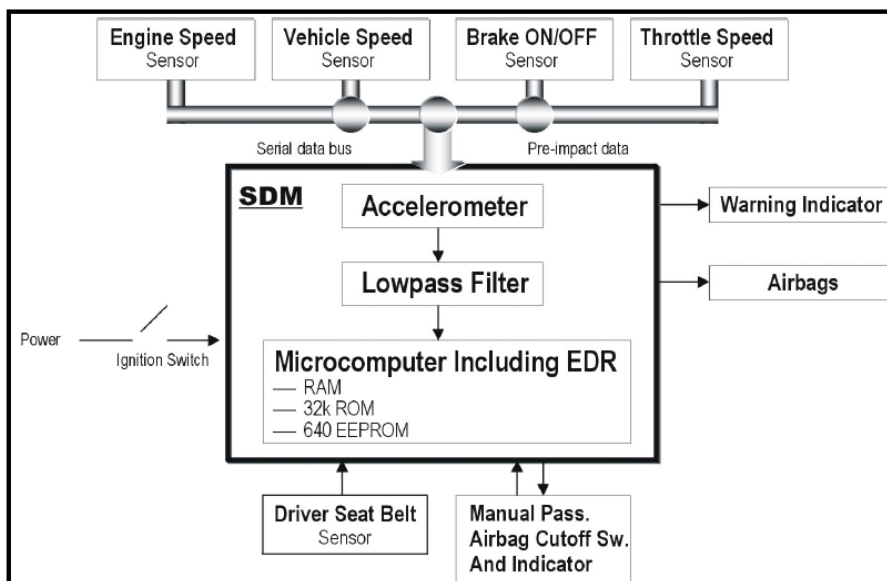
Jako první výraznou změnu v systému výrobce GM lze považovat nahrazení elektromechanických spínačů, dříve používaných pro detekci nárazu, za analogový akcelerometr a počítačový algoritmus integrovaný do řídicího modulu airbagů Sensing and Diagnostic Module (SDM). Dle roku uvedení je označován jako 1994 SDM. Jednalo se o první verzi EDR, která měřila závažnost nárazu a dále vypočítala a uložila změnu podélné rychlosti vozidla ( $\Delta V^1$ ) během havárie. Mimo to byly nově zaznamenávány i další hodnoty, jako například stav předpínače bezpečnostního pásu řidiče a událost blížící aktivaci airbagu. [20] [21]

Počínaje modelovým rokem 1999 byl představen model 1999 SDM (Obrázek 5), obohacen o záznam stavových údajů několik sekund před nárazem, přičemž data byla nahrávána každou vteřinu, to byla oproti přechozím verzím další nápadná změna. Samozřejmě bylo možné nadále zaznamenávat údaje předchozích verzí. Přidanými parametry byla rychlost vozidla, otáčky motoru, stav brzdy, stav airbagu spolujezdce a poloha škrticí klapky v časové ose 5 sekund před nárazem. V Tabulce 1 jsou přehledně zobrazeny

---

<sup>1</sup> Delta-V, boční/podélné znamená kumulativní změnu rychlosti zaznamenanou EDR vozidla podél boční/podélné osy, počínaje časem nárazu nula a konče po 0,25 s; zaznamenává se každých 0,01 s. [24]

zaznamenávané parametry v závislosti na modelovém roce zařízení a použitého modulu pro výrobu GM. [20] [21]



Obrázek 5: Diagram 1999 GM SDM [20]

Tabulka 1: Data ukládaná vybranými systémy airbagů GM [20]

Parametr	1990 DERM	1994 SDM	1999 SDM
Stav výstražného indikátoru v případě výskytu nehodové události (zapnuto/vypnuto)	X	X	X
Délka doby, po kterou svítila výstražná žárovka	X	X	X
Aktivační časy detekce nárazu nebo kritéria snímání	X	X	X
Čas od nárazu vozidla po aktivaci airbagu	X	X	X
Diagnostické poruchové kódy figurující v době nárazu	X	X	X
Počet zapalovacích cyklů v době nárazu	X	X	X
Maximální $\Delta V$ pro událost blízko události s aktivací airbagu ("skoronasazení")		X	X
$\Delta V$ vs. čas potřebný pro aktivaci čelního airbagu		X	X
Čas od nárazu vozidla do času maximální $\Delta V$		X	X
Stav zapnutí bezpečnostního pásu řidiče		X	X
Čas mezi událostí "skoronasazení" a událostí s aktivací airbagu (pokud do 5 s)		X	X
Stav airbagu spolujezdce – aktivovaný nebo deaktivovaný stav			X
Rychlost motoru (5 s před nárazem)			X
Rychlost vozidla (5 s před nárazem)			X
Stav brzdy (5 s před nárazem)			X
Pozice škrticí klapky (5 s před nárazem)			X

#### **1.2.4.1.2 EDR společnosti Ford Motor**

Konkurenční společnost Ford Motor přišla s výrobou zařízení o něco později, až v roce 1997 začala instalovat modul zádržného systému (Restraint Control Module – RCM). Důraz byl kladen především na kontrolu spouštění zádržných systémů, což zahrnovalo aktivaci víceúrovňového čelního airbagu, bočních airbagů a předpínačů bezpečnostních pásů. Původní verze modulu ukládala pouze omezené množství dat o airbagu, později pak byla přidána funkce zaznamenávání jak podélného, tak i bočního zrychlení. Markantním rozdílem mezi zařízeními výrobců GM a Ford je kratší doba záznamu Ford EDR. To je způsobeno vyšší spotřebou paměti modulu, za kterou je zodpovědný větší počet zaznamenaných vzorků za sekundu (vzorkovací frekvence). [20] [27]

#### **1.2.4.2 Pracovní skupiny**

Problematikou EDR se začaly zabývat i další organizace, v roce 1997 vydala Národní rada pro bezpečnost dopravy (National Transportation Safety Board – NTSB) a laboratoř Národního úřadu pro letectví a kosmonautiku (National Aeronautics and Space Administration – NASA) Jet Propulsion Laboratory (JPL) doporučení pro NHTSA, aby zvažil možnost vyžadovat instalaci EDR do motorových vozidel. V listopadu roku 1999 NTSB vydala další doporučení pro NHTSA, jehož hlavním předmětem byla instalace EDR i do školních autobusů a autokarů. [24] [28]

Počátkem roku 1998 vytvořil NHTSA pracovní skupinu složenou ze členů automobilového průmyslu, akademické obce, vlády a dalších organizací určenou ke studiu EDR. Cílem bylo především usnadnit shromažďování a využívání údajů o předcházení kolizím. Byl rovněž vypracován soubor dílčích cílů, kterými se skupina zabývala. Jedná se o:

- 1) stav technologie EDR;
- 2) datové prvky;
- 3) získávání dat;
- 4) shromažďování a ukládání dat;
- 5) trvalý záznam;
- 6) soukromí a legislativní otázky;
- 7) zákazníci a využití údajů EDR;
- 8) prezentace a EDR technologie.

Do konce roku 2000 se pracovní skupina scházela pravidelně třikrát do roka, kde prezentovala své výsledky. V květnu 2001 vydala závěrečnou zprávu s 29 nálezy. [20] [28] [29]



Druhá skupina, kterou NHTSA sponzoroval od roku 2000, se zabývala EDR v nákladních automobilech, školních autobusech a autokarech. V květnu 2002 zveřejnila závěrečnou zprávu, kde se uvádí následující:

- V současném vozovém parku těžkých vozidel je EDR technologie velice málo využívána.
- Výrobci příslušenství nemají takový úspěch při instalaci EDR do vozových parků těžkých vozidel.
- Mnoho výrobců motorů pro velká vozidla zahrnuje instalaci paměťových modulů do vestavěného počítače pro řízení automobilových systémů (Electronic Control Unit – ECU). Zatím jsou zaznamenávána data primárně pro účely managementu vozových parků.
- NTSB použila data řídicí jednotky motoru (Engine Control Module – ECM) k účelům vyšetřování nehod.
- Pracovní skupina definovala 28 datových proměnných pro zařazení EDR do těžkých vozidel.
- Třináct datových proměnných bylo definováno jako Priorita 1<sup>2</sup>.
- Pracovní skupina stanovila směrnice pro „přežití“ zařízení při nehodě, které jsou speciálně přizpůsobeny pro instalaci na těžkých vozidlech.
- Pracovní skupina identifikovala několik oblastí, které vyžadují další výzkum. Je zapotřebí financování výzkumu a vývoje nově vznikajících technologií EDR.
- EDR mají potenciál výrazně zlepšit bezpečnost nákladních automobilů, autokarů a školních autobusů. [28]

Tento celý projekt vyvrcholil vytvořením 49 CFR část 563.

#### **1.2.4.3 Evropská verze ADR (Accident Data Recorders)**

Koncept černé skříňky Davida Warrena hrál hlavní roli při vývoji zařízení ADR, rovněž známého jako Unfalldatenspeicher (UDR). Jedná se o obdobu EDR, která byla paralelně vytvářena v Německu na počátku 80. let společnostmi Messerschmitt-Bölkow-Blohm a Kienzle. Konečná verze zařízení ADR byla představena v roce 1993 společností Mannesmann Kienzle GmbH. V Evropě není instalace těchto zařízení povinná, ovšem některá vozidla jsou vybavena ADR a na základě průzkumu, který byl proveden Evropskou komisí pro dopravu, byl zaznamenán pokles dopravních nehod o 20 až 30 procent. To bylo

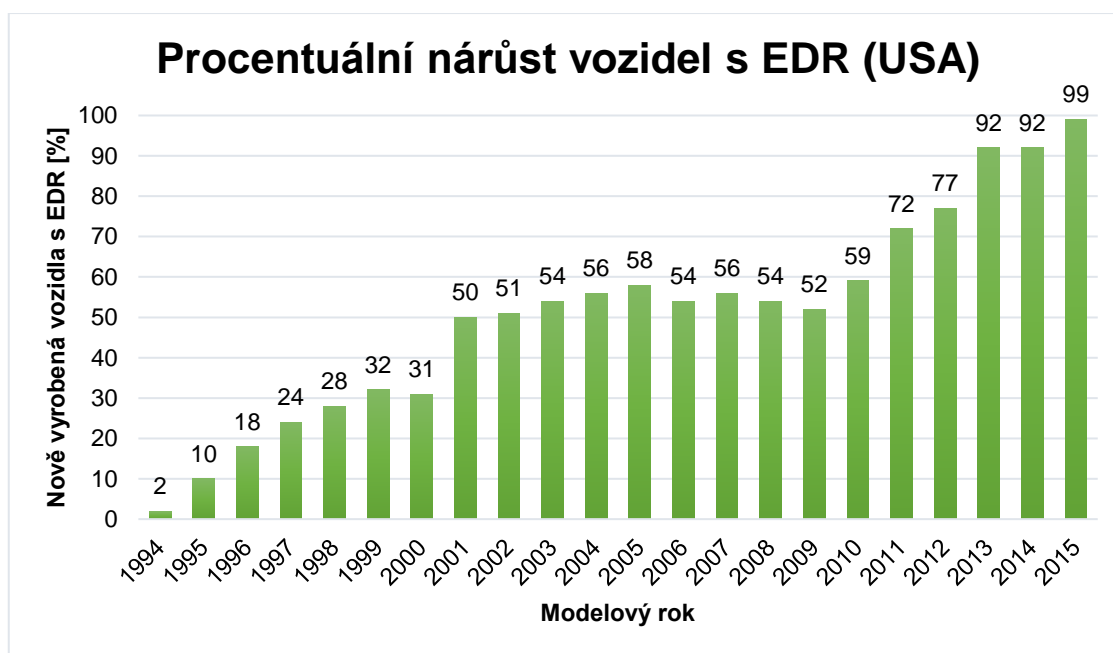
---

<sup>2</sup> Zaznamenávané datové prvky byly rozděleny dle priority na 3 oblasti: 13 prvků s Prioritou 1, 13 prvků s prioritou 2, 2 prvky volitelné. Členové pracovní skupiny se měli zaměřovat především na shromažďování prvků s Prioritou 1. [28]

způsobeno především psychologickým podvědomím řidiče o možnosti dokumentace chování vozidla. [30]

#### 1.2.4.4 Současnost záznamových zařízení

V roce 2004 bylo na základě ročních prodejů odhadnuto, že asi 40 milionů osobních a lehkých nákladních automobilů vyrobených společnostmi GM a Ford mělo nainstalované EDR. Tato hodnota rapidně rostla i přes skutečnost, že instalace tohoto zařízení byla dobrovolná. V roce 2006 vzešel od NHTSA návrh, aby byly tyto systémy dobrovolně instalovány výrobci automobilů pro účely bezpečnostního výzkumu, přičemž v roce 2012 byly zpřísněny požadavky. Dle Federálních norem pro bezpečnost motorových vozidel (Federal Motor Vehicle Safety Standards – FMVSS) č. 405 již mělo být EDR instalováno ve všech vozidlech modelového roku 2015 a pozdějších, prodávaných v USA. Nicméně v současné době jsou i výjimky, které EDR nemají, např. Porsche. Na Obrázku 6 můžeme vidět procentuální nárůst nově vyrobených vozidel s EDR v průběhu let. Je však třeba zmínit, že tato čísla jsou platná pouze pro Spojené státy americké. [27] [29] [31] [32]



Obrázek 6: Nárůst vozidel vybavených EDR v rozmezí let 1994-2015 [33]

V současné době se zařízení pro záznam nehodových dat liší v závislosti na výrobci, modelu a modelovém roku. S každým novým modelem jsou však zaznamenávána kvalitnější data ve větším rozsahu.

### 1.3 Vývoj zařízení pro čtení EDR dat

Aby byla data užitečná pro analýzu a rozbor dopravních nehod, bylo třeba vytvořit další zařízení. NHTSA se zabýval touto problematikou od poloviny devadesátých let. Data byla původně získávána pomocí SCI programu, přičemž bylo možné užít dvou metod:

- 1) EDR bylo vyšetřovateli vyjmuto z vozidla a odesláno do GM, kde byla data stažena;
- 2) Společnost GM vyslala k nabouranému vozidlu zástupce, aby vyčetl data přímo.

V roce 1999 společnost GM udělila výrobní práva společnosti Vetronix, která vyvíjela nástroj pro získávání EDR dat. Úspěch byl zaznamenán již začátkem roku 2000, kdy byl uveden systém CDR (Crash Data Retrieval). S tímto přístrojem bylo možné se jednoduše přímo připojit notebookem k GM vozidlu, které bylo vybaveno SDM. V případě poškození elektrického systému vozidla během havárie bylo možné připojit se i přímo do SDM. Software umožňoval stáhnout data z vozidel GM modelového roku 1994 a novějších. [19] [20]

Ford ve spolupráci s NHTSA v roce 2000 také vyvinul své zařízení pro stažení EDR dat, konkrétně se jednalo o pět jednotek, které byly schopny stáhnout informace z vozidel vybavených modulem RCM. Systém byl odlišný od nástroje Vetronix CDR, umožňoval se připojit pouze mezi notebookem a diagnostickým konektorem. V případě poškození elektronického systému se nebylo možné připojit k RCM, EDR muselo být vyjmuto z vozidla a zasláno Fordu ke stažení. [19] [20]

NHTSA vybavil své vyšetřovací týmy (SCI, NASS-CDS, CIREN) nástroji Vetronix CDR. Pro týmy SCI a NASS-CDS pak i Ford poskytl pět svých nástrojů, přičemž týmy byly dále vyškoleny ke správnému používání těchto zařízení. [20]

O něco později projevila i společnost Ford a Chrysler zájem o spolupráci s Vetronix.

V dnešní době se s označením Vetronix CDR téměř nesetkáváme. Je to z důvodu, že Vetronix odkoupila společnost Bosch v roce 2003, přičemž byla provozována její dceřinou společností ETAS. V současnosti je zařízení označováno značkou Bosch, od roku 2012 je Vetronix součástí oddělení Bosch Automotive Aftermarket. [34]

V současné době má 56 % amerických vozidel data přístupná systémem CDR společnosti Bosch. Nejnovější trendy, co se týče konkrétních typů zařízení, jsou zařazeny v kapitole „Metody získání a systémy pro čtení EDR dat.“ [35]

## 2 Legislativa

Tato kapitola je zaměřena na rozbor legislativního rámce EDR. Je však třeba brát v potaz, že přístupy implementace této funkce se v každé zemi značně liší, a to z důvodů národních i místních strategických rozhodnutí a nařízení. Kromě toho je vývoj používání EDR v každé zemi v jiné fázi, nejvýše jsou pak v pomyslném žebříčku Spojené státy, kde byl vývoj technologie od počátku iniciován dobrovolným rozhodnutím výrobců automobilů. Vzhledem k tomuto stupni rozšíření je nejprve rozebírána legislativa ve Spojených státech, dále pak legislativa v Evropě, která je již poněkud omezenější.

### 2.1 Legislativa v USA

Vznik legislativních předpisů je úzce spjat s počátky vývoje EDR, neboť v minulosti každý výrobce rozhodoval o vlastnostech záznamníku v závislosti na specifických požadavcích vozidla. Přesněji řečeno, neexistoval jednotný formát pro sběr, získávání a uchovávání dat. Z toho důvodu vznikaly velké rozdíly jak v datových prvcích, tak i v definicích těchto prvků. Jako příklad lze uvést zaznamenávání odezvy nárazu v závislosti na čase nebo nárazovém impulsu, přičemž zařízení společnosti Ford Motor zaznamenávalo data každých 0,8 ms, kdežto zařízení General Motors každých 10 ms. Takové nedostatky ve standardizaci dat vedly k vytvoření norem pro EDR používané v komerčních vozidlech a osobních automobilech. [35] Průmyslové standardy nebo doporučené postupy pro formátování dat, metody získávání a uchovávání dat jsou definovány v těchto hlavních dokumentech:

- 49 CFR část 563 – Event Data Recorders;
- IEEE 1616-2004 – IEEE Standard for Motor Vehicle Event Data Recorder;
- SAE J1698: Event Data Recorder;
- Driver's Privacy Act of 2015.

#### 2.1.1 49 CFR část 563

Kodex federálních právních předpisů (Code of Federal Regulations – CFR) 49, část 563 je v podstatě nejdůležitějším předpisem pro zařízení EDR. Tento dokument byl uveden ve sbírce v srpnu 2006.

§ 563.1 udává rozsah dokumentu následující definicí: *„Tato část specifikuje jednotné národní požadavky na vozidla vybavená zařízením pro záznam údajů (EDR), které se týkají shromažďování, uchovávání a vyhledávání údajů o událostech nehody na palubě motorového vozidla. Rovněž specifikuje požadavky pro výrobce vozidel, aby nástroje*

*a/nebo metody byly komerčně dostupné, aby vyšetřovatelé nehod a výzkumníci byli schopni získat údaje z EDR.“ [24]*

*§ 563.2 definuje účel: „Předmětem této části je zajistit, aby EDR zaznamenávaly snadno použitelným způsobem údaje užitečné pro účinné vyšetřování nehod a pro analýzu výkonu bezpečnostních zařízení (např. pokročilé zádržné systémy). Tyto údaje pomohou lépe porozumět okolnostem, při kterých dochází k nehodám a zraněním, a povedou k návrhu bezpečnějších vozidel.“ [24]*

*§ 563.3 specifikuje použití: „Tato část se vztahuje na vozidla vyrobená 1. září 2012 či vozidla vyrobená později, jsou-li vybavena zařízením EDR: osobní automobily, víceúčelové osobní automobily, nákladní automobily a autobusy s hodnotou hrubé hmotnosti vozidla rovnou nebo nižší než 3 855 kg (8 500 liber) a hmotností nenaloženého vozidla rovnou nebo nižší než 2 495 kg (5 500 liber), s výjimkou nákladních automobilů typu dodávka, které jsou určeny výhradně pro prodej Poštovní službě USA. Tato část platí také pro výrobce těchto vozidel. Vozidla vyrobená před 1. zářím 2013, která jsou vyráběná ve dvou nebo více etapách nebo jsou přestavěna (ve smyslu 49 CFR 567.7) poté, co byla předtím certifikována podle federálních bezpečnostních norem pro motorová vozidla v souladu s částí 567 této kapitoly, nemusí požadavky této části splňovat.“ [24]*

Od EDR zařízení je požadováno zaznamenávat alespoň 15 datových veličin. Dále kromě definic, informací o sběru, formátu, výkonu a zachování dat při nárazových testech a požadavků na vozidla, předpisy obsahují i informace v uživatelské příručce, která se vztahuje na každé vozidlo, pro které platí toto nařízení. Informuje uživatele o zaznamenávání dat o funkčnosti různých systémů v daném vozidle, zda byl, nebo nebyl zapnut bezpečnostní pás řidiče a spolujezdce, jak moc (pokud vůbec) byl stlačen pedál plynu nebo brzdový pedál a jak rychle se vozidlo pohybovalo. V neposlední řadě je zde zahrnuta informace, že vozidlo zaznamenává data pouze v případě, že dojde k nehodové události, za normálních podmínek nejsou ukládána žádná data. EDR dále nesmí uchovávat osobní data, resp. jméno, pohlaví, věk a místo nehody. Jiné strany, např. orgány činné v trestním řízení, však mohou kombinovat údaje EDR s údaji osobně identifikačními. [24]

### **2.1.2 IEEE 1616**

V první řadě je třeba nastínit, co se ve skutečnosti skrývá pod názvem této normy. IEEE, v plném znění Institute of Electrical and Electronics Engineers, případně z českého překladu Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství, je mezinárodně uznanou organizací a od roku 2018 zároveň největším světovým sdružením technických odborníků s více než 423 000 členy ze 160 zemí světa. Hlavním polem působnosti organizace je

technický rozvoj elektrotechniky, elektroniky, telekomunikací a výpočetní techniky. Mimo jiné vytváří IEEE důležité technické normy (IEEE Standards Association), mezi něž patří i norma týkající se bezpečnosti na silnicích – IEEE 1616. [37]

IEEE 1616 byla schválena v září 2004, a jedná se tedy o první univerzální normu pro zařízení zaznamenávající data z nehodových událostí (Motor Vehicle Event Data Recorders – MVEDR). Motivem tvorby této normy byl nedostatek jednotných vědeckých údajů o nehodách, které jsou potřebné k vývoji bezpečnějších vozidel, s čímž se pojí snížení úmrtnosti na silnicích a zavedení nových bezpečnostních technologií. [38]

Standard IEEE 1616 navazuje na více než deset let výzkumu a vývoje MVEDR. Definuje minimální standard pro palubní záznamníky nehodových dat pro všechny typy silničních vozidel včetně osobních automobilů, lehkých nákladních vozidel, těžkých nákladních vozidel a autobusů. Tato norma nepředepisuje minimální počet datových prvků, případně které konkrétní prvky musí být zaznamenávány, nicméně obsahuje standardizované definice pro jednotlivé prvky, kterých je celkem 86. Výrobci tak nyní mají příležitost dobrovolně standardizovat výstupní data a protokoly pro získávání dat, čímž je usnadněna následná analýza a kompatibilita dat MVEDR. [36] [39]

V roce 2010 byla uveřejněna změna této normy, tedy IEEE 1616a, „Standard for Motor Vehicle Event Data Recorders (MVEDRs) Amendment 1: MVEDR Connector Lockout Apparatus (MVEDRCLA). V této novele je hlavním záměrem definovat protokol pro přístup k výstupním MVEDR datům pomocí zajištění diagnostického konektoru vozidla (DLC), tedy je řešena určitá ochrana proti zneužití elektronických nástrojů, které používají DLC k vymazání, úpravu nebo manipulaci s daty. Norma nepředepisuje zabezpečení dat v rámci elektronických řídicích jednotek vozidla (Electronic Control Unit – ECU) nebo komunikačních a diagnostických sítí uvnitř vozidla, nicméně definuje způsoby a prostředky umožňující jednotný a zároveň kontrolovaný přístup elektronických diagnostických nástrojů k DLC ke zjištění emisního stavu vozidla, pro údržbu a opravy. [40]

### **2.1.3 SAE International**

SAE International, dříve jako Society of Automotive Engineers je celosvětové společenství sdružující více než 128 000 inženýrů a technických expertů z oblasti leteckého, automobilového a dopravního průmyslu, přičemž členství je spíše než společností poskytováno jednotlivcům. Mimo jiné se zabývá tvorbou technických norem a doporučených postupů pro vývoj součástí motorových vozidel. Dokumenty SAE nenesou právní váhu, ovšem v několika případech jsou zaštiťovány NHTSA a dopravním oddělením Transport Canada. [41] [42]

### 2.1.3.1 SAE J1698

Primárním účelem je v tomto dokumentu poskytnutí definic datových položek, které souvisí s nehodovými událostmi současně s popisem běžných formátů datových výstupů. V současné době existuje mnoho verzí, a to jak z důvodu aktualizace zastaralých principů, tak i z potřeby zpřehlednit řešená odvětví rozčleněním do jednotlivých segmentů. V následujícím soupisu jsou představeny konkrétní a zároveň aktuální verze dokumentů z rodiny SAE J1698:

- **SAE J1698/1\_201805 – Event Data Recorder – Output Data Definition;** jak již z názvu vyplývá, tento dokument se soustředí především na definice datových výstupů a běžné formáty různých datových prvků;
- **SAE J1698/2\_201803 – Event Data Recorder – Retrieval Tool Protocol;** využívá stávajících průmyslových standardů k identifikaci společného fyzického rozhraní a definuje protokoly nezbytné pro načtení záznamů uložených pomocí EDR. S tím rovněž souvisí diagnostický konektor SAE J1962, který je označen jako primární fyzické rozhraní pro nástroje čtení EDR dat;
- **SAE J1698/3\_201512 – Event Data Recorder – Compliance Assessment;** definuje postupy, které mají být použity k ověření, zda příslušné výstupní záznamy EDR odpovídají specifikovaným limitům měřeného vstupu snímače do zařízení. [43]

### 2.1.3.2 SAE J2728

Tento doporučený postup se vztahuje především na záznamníky nehodových dat těžkých vozidel (Heavy Vehicle Event Data Recorders – HVEDR) nad 4 545 kg (10 000 US liber). [44]

V rámci SAE International existuje mnoho dalších dokumentů, které částečně souvisí se záznamníky nehodových dat. Zabývají se jimi však okrajově, proto v této práci nejsou dále rozebírány.

### 2.1.4 Driver's Privacy Act of 2015

S rostoucím počtem vozidel s instalovaným záznamníkem nehodových dat rostly i obavy týkající se ochrany osobních údajů v souvislosti s údaji shromážděnými technologií EDR. V prosinci roku 2015 byl přijat federální zákon o ochraně osobních údajů řidiče (Driver's Privacy Act). Vztahuje se na veškeré údaje uchovávané v systému EDR a objasňuje, že shromážděné údaje patří vlastníkovvi vozidla, v případě pronajatého vozidla pak nájemci

vozidla, ve kterém je tato technologie nainstalována nezávisle na modelovém roku vozidla. Tyto údaje nesmí být přístupné jiné osobě, nicméně existuje několik výjimek:

- přístup k údajům je povolen soudem nebo správním orgánem;
  - vlastník nebo nájemce vozidla na základě písemného, elektronického vyjádření nebo audiozáznamu souhlasí s poskytnutím těchto dat;
  - získání dat v souvislosti s prováděním určitých šetření nebo inspekcí povolených federálním zákonem, s omezením zveřejnění osobně identifikačních informací a identifikačního čísla vozidla;
  - potřeba údajů pro rychlou reakci na mimořádné situace (lékařská pomoc);
  - získání dat pro účely bezpečnostně dopravního výzkumu, pouze však v případě, že nejsou uvedeny osobní údaje vlastníka nebo nájemce a identifikační číslo vozidla.
- [45]

Sedmnáct států schválilo tyto stanovy týkající se EDR a ochrany soukromí, konkrétně se jedná o státy Arkansas, Kalifornie, Colorado, Connecticut, Delaware, Maine, Montana, Nevada, New Hampshire, New Jersey, New York, Severní Dakota, Oregon, Texas, Utah, Virginie a Washington. [46]

## 2.2 Evropská legislativa

Vývoj záznamových zařízení se v Evropě mezi členskými státy výrazně liší. To je způsobeno chybějícím společným rámcem pro standardy EDR/ADR, vlastnictví údajů a obecně i styl, kterým jsou údaje používány. Za instalaci systému jsou v některých zemích zodpovědní především komerční zájmy pojišťoven, nebo potřeby instalovat zařízení do vybraných vozů (vozidla záchranné služby, vozový park veřejné dopravy). Takové rozdílné faktory vedly k vývoji různých norem a právních rámců, v některých zemích dokonce i absenci legislativní podpory. Neznamená to však, že problematika není vůbec řešena. V EU bylo uskutečněno hned několik projektů, které se zabývaly výzkumem a přínosem zařízení EDR, za zmínku nepochybně stojí výzkumný projekt z roku 1992 SAMOVAR (**S**afety **A**ssessment **M**onitoring **O**n-**V**ehicle with **A**utomatic **R**ecording) a projekt VERONICA (**V**ehicle **E**vent **R**ecording based **on** **I**ntelligent **C**rash **A**ssessment), který byl zrealizován v roce 2006. Níže je nastíněna situace ve vybraných evropských zemích.



## 2.2.1 Adaptace legislativy v jednotlivých evropských zemích

### 2.2.1.1 Spojené království

Ve Velké Británii bylo zavedení EDR iniciováno především dvěma stranami: soukromé společnosti a veřejné orgány, které využívaly telematiku jako způsob správy vozidel; a pojišťovny za účelem vyvinutí lepších bezpečnostních standardů. V roce 2012 nabídlo 17 různých pojišťoven pojistné smlouvy, které zahrnovaly zařízení typu EDR, nicméně zlepšení standardizace zařízení vychází z iniciativy osmi předních pojišťovacích společností a makléřů, registrovaných v rámci Asociace Britských Pojistitelů (Association of British Insurers – ABI), které zřídilo Radu Industry Data Initiative Board. Zde je cílem vytvořit stabilní a konkurenceschopný telematický trh, který zlepší výsledky pro spotřebitele a zvýší potenciál nových technologií. [47]

### 2.2.1.2 Itálie

V Itálii v současné době neexistuje legislativní řešení pro jednotky EDR, nicméně byly zaznamenány snahy o nastolení určitých opatření. Zavedení EDR bylo iniciováno pojistným trhem, v roce 2014 existovalo přes 1,6 milionu pojistných smluv na EDR, téměř všechny pak pro osobní automobily. Většina italských pojišťoven dobrovolně přizpůsobila své zásady zákonnému ustanovení DL 24/01/2012, v němž se uvádí: „*Náklady na instalaci, odstranění, výměnu a provoz nesou pojišťovací společnosti.*“ Tyto předpisy však nebyly implementovány a legislativní řešení EDR je v Parlamentu pozastaveno. [47]

Co se týče aplikace EDR, u vozů veřejné dopravy a taxislužby se ujala vylepšená verze – VEDR, která zaznamenává nehodová data a snímky pohledu z čelního skla před i po nehodě. [47]

Aktuálně řešenou záležitostí je nové právní ustanovení, přičemž jedním z požadavků na zařízení je komunikace se systémem Galileo a mobilní telekomunikační infrastrukturou (GPRS), dále pak např. umožnění nepřetržitého sledování polohy a rychlosti vozidla, povolení vzdálené diagnostiky zařízení a umožnění obousměrné bezdrátové komunikace s jinými zařízeními instalovanými ve vozidle. Ve spojitosti s touto vyhláškou byla navržena paralelní regulace, která by stanovila typ nahrávaných údajů a omezení jejich použití. Konkrétně se měly zaznamenávat údaje o vzdálenosti (celkový počet ujetých kilometrů) a údaje potřebné k určení dynamiky nehodové události, je však třeba zmínit, že ani tato ustanovení nejsou uvedena v platnost. [47]

### **2.2.1.3 Švédsko**

Ve Švédsku lze pozorovat jistou podobu se systémem ve Spojených státech, neboť instalace zařízení byla závislá na rozhodnutí výrobce, především pro výzkumné účely. Společnost Saab začala vybavovat své vozy od roku 1998 EDR od amerického výrobce GM, ten vlastnil většinový podíl v Saab až do roku 2010. Navíc všechna vozidla Volvo prodávaná ve Švédsku od roku 1995 byla vybavena digitálním zařízením DARR (Digital Accident Data Recorder). [47]

### **2.2.1.4 Německo**

V Německu byla berlínská policie prvním orgánem, který zavedl EDR ve svém vozovém parku ve velkém měřítku, celkem 381 policejních vozů bylo v roce 1998 vybaveno zařízením. Bavorsko pak od roku 2002 vyžaduje, aby všechna vozidla záchranné služby měla systém EDR. Několik spolkových zemí zavedlo EDR ve svých nových vozech veřejné dopravy. [47]

### **2.2.1.5 Rakousko**

V Rakousku jsou EDR již součástí standardního vybavení vozidel záchranné služby i vozového parku veřejné dopravy, nicméně úroveň podpory EDR je velice nízká. Tomu napomáhá i skutečnost, že neexistují žádné zvláštní právní předpisy týkající se EDR. [47]

### **2.2.1.6 Švýcarsko**

Švýcarsko zavedlo právní předpisy, přičemž hlavním cílem je upřesnění technických vlastností EDR, ty jsou stanoveny v nařízení o technických požadavcích pro silniční vozidla (Ordinance on Technical Requirements for Road Vehicles). Konkrétně pak v souladu s článkem 102 tohoto nařízení musí být zaznamenána konkrétní data (např. rychlost, stav brzdových světel atd.) po dobu nejméně 30 vteřin, nebo 250 m vzdálenosti před místem nehody. Kromě toho nesmí být s daty manipulováno a nesmí být mazána. [47]

Ve Švýcarsku veškerá vozidla záchranné služby a vozidla s hmotností do 3,5 t; která jsou používána jako školní autobusy, musí být vybavena systémem EDR, a to od srpna 2002, kdy vstoupilo v platnost nařízení o technických požadavcích pro silniční vozidla. [47]

### **2.2.1.7 Francie**

Zavedení EDR bylo ve Francii po mnoho let diskutovaným tématem, avšak vzhledem k ostatním evropským zemím vývoj poněkud zaostává; to je zapříčiněno kontroverzí

v otázce zpracování osobních údajů. Ministerstvo dopravy totiž uvedlo, že data zaznamenaná EDR ve Francii mohou být poskytnuta pouze pro konkrétní výzkumné projekty schválené Národní radou pro bezpečnost silničního provozu (National Council for Road Safety). Nejprve tedy bude třeba vytvořit legislativní rámec pro povahu dat zaznamenaných EDR. [47]

### **2.2.2 Zpracování osobních údajů, vlastnictví dat EDR**

V současné době se na veškeré informace, které mohou být přímo nebo nepřímo vázány na identifikovanou/identifikovatelnou osobu, vztahuje Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/679 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (obecné nařízení o ochraně osobních údajů). [48]

Soukromé právo na ochranu osobních údajů je však překonáno v případě, že je potřeba těchto soukromých informací pro účely veřejného zájmu, tedy např. při rekonstrukci příčiny dopravní nehody, kdy aktéři čelí trestnímu stíhání. Přístup k údajům EDR a jejich využívání jako důkazů pro soudní řízení však může být založeno i na „soukromé dohodě“ v pojistné smlouvě. Jedná se o situaci, kdy pojišťovny mohou přistupovat k údajům EDR, pokud se takto strany dohodly. [47]

### **2.2.3 Vývoj situace v současné době**

I přes nepříznivý vývoj, který v minulých letech provázel legislativní stránku problematiky zařízení pro záznam nehodových údajů, se v roce 2018 začaly dít změny, přičemž mezi důležité milníky patří návrh Komise na nahrazení stávajícího *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 661/2009 o požadavcích pro schvalování typu motorových vozidel, jejich přípojných vozidel a systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla z hlediska obecné bezpečnosti* a dále zavedení velkého množství bezpečnostních opatření. Dále Rada EU 29. listopadu 2018 na zasedání Rady pro konkurenceschopnost dosáhla dohody o obecném přístupu k nařízení o programu pro jednotný trh a nařízení o obecné bezpečnosti vozidel. [49] [50] [51]

Návrh *Nařízení Evropského parlamentu a Rady 2018/0145(COD) o požadavcích pro schvalování typu motorových vozidel a jejich přípojných vozidel a systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla z hlediska obecné bezpečnosti, kterým se ruší Nařízení (ES) č. 78/2009, (ES) č. 79/2009 a (ES) č. 661/2009* a změny v tomto dokumentu provedené v lednu 2019 Výborem pro vnitřní trh a ochranu spotřebitelů (IMCO) definují následující:

- (7) „Zavedení záznamníků nehodových dat (ADR), které ukládají řadu důležitých údajů o vozidle v krátkém časovém rámci před, během a po spouštějící události (např. nasazení airbagu) je významným krokem při získávání přesnějších údajů o nehodách. Z tohoto důvodu by mělo být požadováno, aby motorová vozidla kategorií M1 a N1 byla vybavena těmito záznamníky. Rovněž by mělo být požadováno, aby tyto záznamníky byly schopny zaznamenávat a uchovávat údaje takovým způsobem, aby je členské státy mohly použít k provádění analýzy bezpečnosti silničního provozu a posouzení účinnosti konkrétních přijatých opatření.“
- (8) „Jakékoli zpracování osobních údajů, jako jsou např. informace o chování řidiče v ADR, informace o bdělosti a sledování pozornosti řidiče nebo distrakce řidiče, by mělo být prováděno v souladu s právními předpisy Unie o ochraně osobních údajů, zejména GDPR. ADR by měly fungovat na principu uzavřené smyčky, přičemž každých několik sekund se uložená data přepisují a neumožňují identifikaci vozidla nebo řidiče ...“
- § 5 „Vozidla kategorií M1 a N1 musí být vybavena ADR, které splňují zejména tyto požadavky:
- (a) údaje, které jsou schopna zaznamenávat a uchovávat před, během a po kolizi, zahrnují přinejmenším rychlost vozidla, stav a rychlost aktivace bezpečnostních systémů, palubní systém eCall a všechny další relevantní vstupní parametry palubních systémů aktivní bezpečnosti a systémů pro předcházení nehodám, s vysokou mírou přesnosti a zajištěním přežití těchto dat;
  - (b) zařízení nesmí být možné deaktivovat;
  - (c) způsob, jakým jsou schopna zaznamenávat a uchovávat údaje, musí být takový, aby:
    - i. fungovaly na principu uzavřené smyčky;
    - ii. shromážděné údaje jsou anonymizovány a chráněny před manipulací; a
    - iii. bylo možné identifikovat přesný typ vozidla, verzi a variantu, a zejména systémy aktivní bezpečnosti a systémy pro předcházení nehodám instalované ve vozidle.“ [52] [53]

V současné době stále probíhají jednání v rámci Rady nebo jejích přípravných orgánů, je tedy jen otázkou času, kdy nově navržené Nařízení vstoupí v platnost. Navrhované

záznamníky nehodových dat by však s největší pravděpodobností měly být povinné pro vozidla kategorií M1 a N1 od 1. září 2020 pro nové modely a od 1. září 2022 pro nové registrace. [54]

V souvislosti s novým nařízením je třeba poznamenat, že ač se jedná prakticky o první návrh legislativního řešení záznamníků pro nehodová data, obsahuje hned několik nedostatků. Lze uvést například srovnání rozsahu amerického dokumentu 49 CFR 563, který věnuje standardizaci a konceptu zařízení výrazně více prostoru, než návrh Nařízení 2018/0145(COD). Ten neuvádí ani konkrétní údaje, které by měly být zaznamenávány a prakticky ponechává veškerá rozhodnutí na členských státech a jejich vlastních zákonných úpravách. Dále řeší používání „*k provádění analýzy bezpečnosti silničního provozu a posouzení účinnosti konkrétních přijatých opatření*“, tedy nepředpokládá přímé využití při analýze jednotlivých dopravních nehod, jakožto pro další odvozené aspekty, jako je např. návrh bezpečnější konstrukce vozidel. I přes to, že byl v této legislativní problematice zaznamenán výrazný pokrok, nemůže být vstup v platnost považován za konečné stadium, neboť bude třeba ujít ještě dlouhou cestu a dořešit dosud neřešené otázky.

### 3 Princip fungování systémů diagnostiky

Současné technologii řízení systémů ve vozidlech dominuje používání elektronických řadičů. Jedná se o zabudované počítače – elektronické řídicí jednotky (Electronic Control Unit – ECU<sup>3</sup>), pomocí kterých je dosaženo logického řízení systému vozidla. Paměť ECU je užívána k uložení diagnostických informací, které často obsahují diagnostické poruchové kódy a informace o stavu vstupů<sup>4</sup> této ECU. V případě, že je paměť ECU použita k ukládání dat o nehodě a tato data mohou být později získána k účelům vyšetřování nehody, označuje se tato ECU jako EDR. [55] Následující kapitola je pouze krátkým vhladem do problematiky principu fungování diagnostických systémů, které se svým způsobem rovněž řadí do této oblasti.

#### 3.1 Diagnostika motorových vozidel

Jak již bylo výše zmíněno, hlavním úkolem diagnostiky je odhalení závad motorového vozidla, aniž by docházelo k demontáži a zpětné montáži kontrolovaných částí. Diagnostický systém však může být formulován i jako soubor technických prostředků (měřicí a výpočetní technika), metod, informací (data) a pracovníků (lidský činitel), kdy je realizováno řešení diagnostické úlohy. [3] [56]

##### 3.1.1 Sériová a paralelní diagnostika

Rozdělení diagnostiky na sériovou a paralelní lze jen částečně přiřazovat k sériovému a paralelnímu zapojení elektrického obvodu. Sériová diagnostika sice získala svůj název přes „sériové rozhraní“, kterým je nazývána diagnostická zásuvka, nicméně proměňování obvodů měřicím přístrojem zapojeným sériově do obvodu můžeme provádět i diagnostiku paralelní. Ta je takto označena jen proto, že se jedná o označení jiné než sériové z pohledu měření elektrických obvodů. [9]

###### 3.1.1.1 Sériová diagnostika

Sériová (vnitřní) diagnostika je v současné době nejpoužívanějším druhem diagnostiky, a to především z důvodu jednoduché obsluhy. Obecně je založena na komunikaci s řídicími jednotkami prostřednictvím diagnostického systému, tím rozumíme napojení testeru (diagnostický kabel a diagnostický program instalovaný v počítači, notebooku) k řídicí jednotce pomocí konektoru (připojení dle normy OBD II/EOBD), který je nejčastěji umístěn

---

<sup>3</sup> ECU bývá často označována jako ECM (Electronic Control Module), jedná se o totéž; záleží na výrobci, jaké označení používá.

<sup>4</sup> Vstupy reprezentují parametry vozidla.

v interiéru vozidla. Rovněž zahrnuje test elektronických systémů, kterých je ve vozidle hned několik, např. řídicí jednotka pro motor, pro ABS, ASR, airbagy a komfortní systémy. V případě poruchy řídicí jednotka nahlásí závadu a vybere z naprogramovaných možností nejpravděpodobnější interpretaci této závady. Je schopna odhalit pouze omezenou část poruchy. [8] [9] [57]

Sériová diagnostika umožňuje:

- zobrazení polohy a zapojení diagnostické zásuvky,
- vyčtení paměti závad,
- vymazání paměti závad,
- zobrazení a záznam skutečných hodnot současně,
- test akčních členů,
- základní nastavení. [8]

### 3.1.1.2 Paralelní diagnostika

Paralelní, rovněž vnější diagnostika, je založena na měření fyzikálních veličin převedených na elektronické signály, přičemž jsou prováděny elektrické, mechanické, elektromechanické a chemické zkoušky jednotlivých funkčních částí vozidlového systému prostřednictvím speciální měřicí techniky, mezi kterou řadíme např. multimetr, osciloskop a hustoměr (Obrázek 7). Na rozdíl od sériové dokáže odhalit specifické závady, a to i u starších vozů. [9] [57]



Obrázek 7: Měřicí technika užívaná pro paralelní diagnostiku [57]

## **3.2 Diagnostika elektronických systémů**

Moderní vozy jsou vybaveny nejrůznějšími systémy, které jsou náročné nejen z hlediska architektury systémů, ale i vzájemné komunikace. Se složitostí roste i množství chybových hlášení a závad, které se uživateli zobrazí rozsvícením některé signalizační kontrolky na panelu přístrojů. Systém je dále provozován v náhradním režimu, případně je zcela vyřazen z činnosti. [58]

### **3.2.1 Vlastní diagnostika**

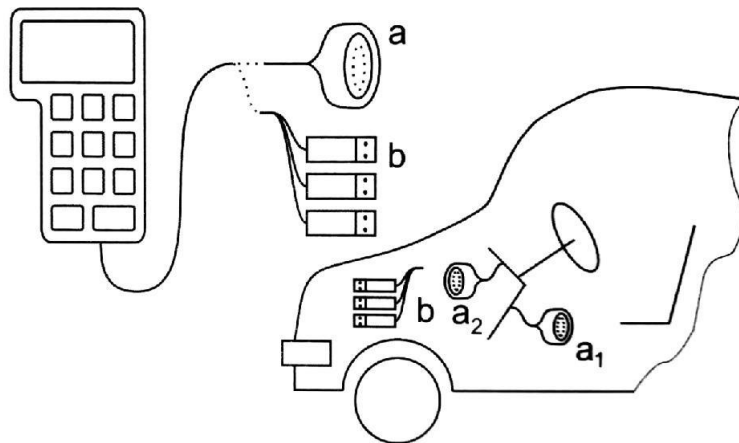
Systémy řízení motorů nebo ostatních komponentů vozidla jsou vybaveny tzv. vlastní diagnostikou. Obvody vlastní diagnostiky během provozu vozidla průběžně kontrolují stav soustav z hlediska funkce, pro kterou je konkrétní soustava ve vozidle určena a dále přijmou odpovídající regulační opatření v případě rozeznání chybné funkce. Tedy dojde-li k poruše některého ze snímačů nebo akčního členu, motor je i nadále schopen provozu. Tyto obvody jsou označovány jako OBD (On Board Diagnostic) a jsou povinnou výbavou elektronicky řízených agregátů a soustav vozidla, které zabezpečují jeho důležité vlastnosti. Jedná se o soustavy řízení chodu motoru, přenosu výkonu motoru na hnací kola a soustavy aktivní a pasivní bezpečnosti. V případě závady je kód detekované chyby uložen do vnitřní paměti a může být zpětně vyčten po provedení inicializace čtení v paměti závad. Dle stupně diagnostiky (OBD I, OBD II, EOBD) se provádí aktivace čtení paměti závad různým způsobem, tyto možnosti jsou popsány v následující kapitole. [8] [59]

### **3.2.2 Paměť závad**

Řídící systémy ukládají popis závad do paměti, kde je možné tyto údaje dále vyčíst na servisních pracovištích. U starších systémů OBD I bylo možné provést čtení paměti pomocí blikavých kódů, takové čtení probíhalo připojením LED diody k příslušnému konektoru, provedení inicializace čtení např. zasunutím propojky a následným sledováním blikání kontrolní LED nebo kontrolky na přístrojové desce. [59]

U novějších systémů je čtení paměti závad realizováno diagnostickým přístrojem. Ten je připojen k vozidlu buď pomocí několika konektorů, které komunikují s konkrétním elektronickým zařízením (motor, ABS, airbag), nebo jedním vícepólovým konektorem. Na Obrázku 8 je znázorněno připojení přístroje. [59]





Obrázek 8: Připojení diagnostického přístroje: a) pomocí jednoho vícepólového konektoru, b) pomocí několika samostatných konektorů [59]

Dalším způsobem vyčtení závady je použití adaptéru mezi počítač a vozidlo. Dále je pak pomocí příslušného programu zahájena komunikace s jednotlivými řídicími jednotkami. Tímto způsobem lze nejenom získat data z paměti závad, ale i testovat jednotlivá zařízení, či nastavovat řídicí jednotky. V současné době je nejrozšířenějším programem pro komunikaci s vozidlem VAG-COM. [59]

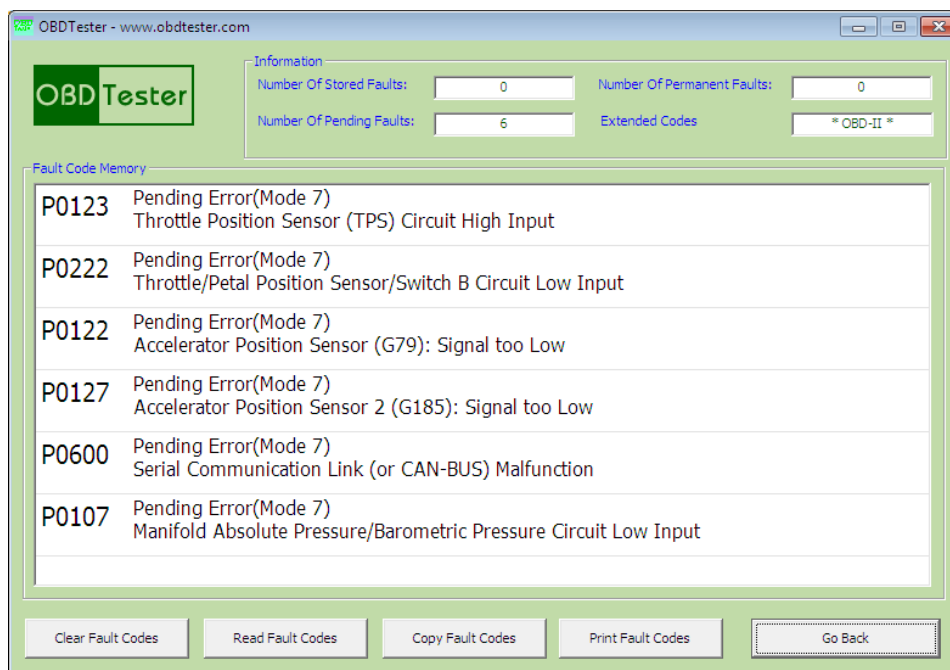
Paměť závad může být vymazána několika způsoby, a to konkrétně automaticky po přečtení chybových kódů, dále odpojením od palubní sítě, vhodnou kombinací zapnutí/vypnutí běžných ovládacích prvků automobilu, nebo zvláštním ovladačem přístrojové desky. [59]

### 3.2.3 Chybové kódy

Chybové kódy jsou normovány dle ISO/SAE, tedy všichni výrobci užívají identické kódy pro vyjádření poruchy systému. Jedná se vždy o pětimístnou alfanumerickou hodnotu, na Obrázku 9 je ukázka výstupu OBD II a konkrétních poruchových kódů, v Tabulce 2 pak přehledně rozepsané jednotlivé skupiny kódů. [8]

První místo chybového kódu (písmeno) označuje systém vozidla:

- **B** pro karoserii (**B**ody)
- **C** pro podvozek (**C**hassis)
- **P** pro hnací ústrojí (**P**owertrain)
- **U** pro síťové systémy (**U**ndefined)



Obrázek 9: Ukázka výstupu OBD II – chybové kódy [60]

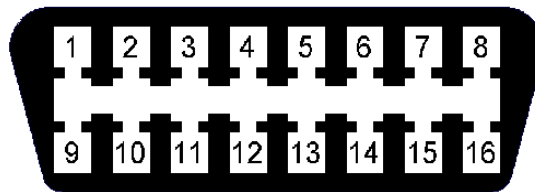
Tabulka 2: Přehled chybových kódů [8]

<b>P0xxx</b>	<b>Kódy nezávislé na výrobci (zadáno ISO/SAE)</b>
P01xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P02xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P03xx	Systém zapalování, poruchy zapalování
P04xx	Přídavné zařízení pro snížení emisí
P05xx	Rychlost vozidla, nastavení volnoběhu a ostatní vstupní signály
P06xx	Palubní počítač a ostatní výstupní signály
P07xx	Převodovka
P08xx	Převodovka
P09xx	Volné pro ISO/SAE
P10xx	Volné pro ISO/SAE
<b>P1xxx</b>	<b>Kódy zadávané výrobcem (volně volitelné)</b>
P11xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P12xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P13xx	Systém zapalování, poruchy zapalování
P14xx	Přídavné zařízení pro snížení emisí
P15xx	Rychlost vozidla, nastavení volnoběhu a ostatní vstupní signály
P16xx	Palubní počítač a ostatní výstupní signály
P17xx	Převodovka
P18xx	Převodovka
P19xx	Kategorie ISO/SAE
P20xx	Kategorie ISO/SAE

### 3.2.4 Diagnostika OBD

Systém OBD rozšiřuje vlastní diagnostiku tím, že standardizuje přístup k jednotlivým diagnostickým údajům. Hlavním přínosem je průběžná analýza elektrických signálů z jednotlivých snímačů a následná signalizace závady v případě, že byla zjištěna odchylka od statisticky získaných vzorových signálů, která by mohla vést ke zhoršení emisí škodlivin ve výfukových plynech. Mezi hlavní principy kontrol u zážehových motorů patří konkrétně kontrola katalyzátoru, lambda sondy, odvětrání palivové nádrže, výpadků zapalování, ventilu recirkulace výfukových plynů aj. [59]

Standardizace v oblasti komunikace se systémy řízení motorů byla provedena vybavením konektorem dle normy SAE J1962 (Obrázek 10), který je stejný pro všechny vozy OBD II/EOBD. ISO vyžaduje komunikační piny na pozicích 7 a 15 diagnostického konektoru. [6]



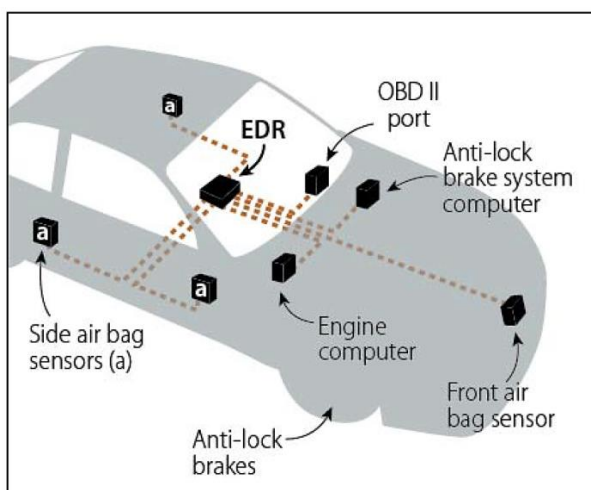
Obrázek 10: Konektor OBD pro palubní napětí 12 V [59]

## 4 Princip fungování záznamových zařízení a struktura dat

V posledních desetiletích dramaticky vzrostlo nejen množství elektroniky ve vozidlech, ale také úroveň elektronických systémů z hlediska vývoje. To lze pozorovat i v technologii pro záznam nehodových dat, kde se přibližně od roku 1990 začala měnit schopnost jednotlivých modulů, pro příklad lze uvést výše zmíněný přechod z diagnostického modulu DERM na řídicí modul airbagů SDM, kde byl hlavním dopadem záznam většího počtu datových prvků. V této kapitole je zobrazen princip fungování současné podoby záznamových zařízení EDR.

### 4.1 Definice zařízení Event Data Recorder

49 CFR část 563 definuje EDR jako „zařízení nebo funkci ve vozidle, které zaznamenává dynamická sériová data během časového období těsně před havárií (např. rychlost vozidla vs. čas) nebo během havárie (např. delta-V vs. čas) určená ke zpětnému získání po havárii. Pro účely této definice data události nezahrnují zvukové a obrazové údaje.“ [24] Jinými slovy lze říci, že se jedná o funkci konkrétního modulu, nejčastěji ACM, který je instalován v dobře chráněném prostoru vozidla, obvykle pod jedním z předních sedadel, případně ve středové konzoli a hraje důležitou roli při záznamu nehodových dat, které shromažďuje z vyhrazených snímačů, ty jsou rozmístěny po celém vozidle (Obrázek 11). [61]



Obrázek 11: Umístění EDR a napojení na další systémy ve vozidle [61]

### 4.2 Integrace EDR v dalších systémech

Systém EDR pro osobní vozidla je obvykle součástí řídicího modulu airbagu (Airbag Control Module – ACM), ovšem s EDR se setkáváme i ve vztahu s elektronickým řídicím modulem

(Electronic Control Module – ECM) a například i systémem AACN (Advanced Automatic Collision Notification).

#### 4.2.1 Electronic Control Module

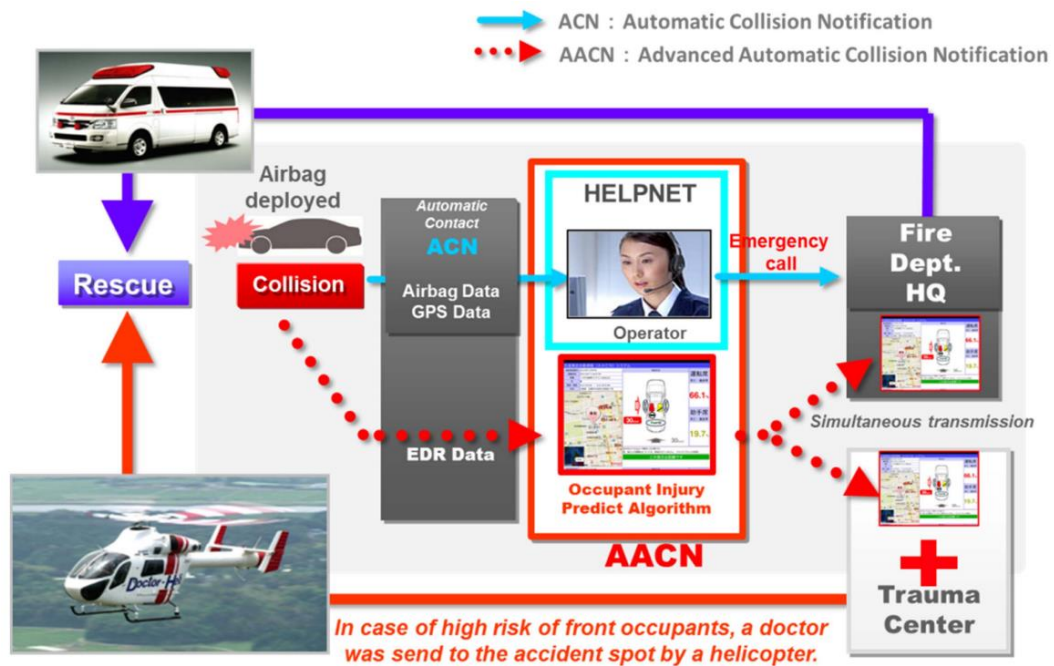
Elektronické řídicí jednotky (Obrázek 12) často obsahují cenné informace, které pomáhají při rekonstrukci a analýze dopravních nehod. Data ECM jsou často srovnávána s daty EDR, i přes to, že tyto jednotky jsou ve skutečnosti odlišné, především z hlediska používaných algoritmů a zaznamenaných dat. Snímače na vozidle a motoru poskytují informace ECM, jako je rychlost vozidla, otáčky motoru, poloha škrticí klapky a stav brzdových a spojkových spínačů. Tato data o provozu vozidla jsou nepřetržitě zaznamenávána a v případě prudkého zpomalení vozidla (0,31 G) nebo zjištění poruchy vozidla (chybové kódy) uložena do zabudované paměti. Data jsou zaznamenána v časovém intervalu 1-60 s před událostí a až 15 s po události. [62] [63]



Obrázek 12: Elektronická řídicí jednotka (zdroj: auto.howstuffworks.com)

#### 4.2.2 Advanced Automatic Collision Notification

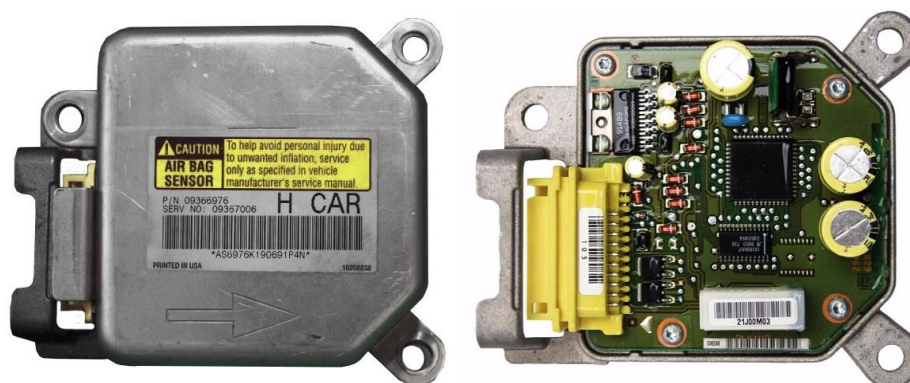
Efektivní využití lze zaznamenat u systému pokročilého automatického oznámení nehody (Advanced Automatic Collision Notification – AACN), který samočinně informuje třetí stranu (např. operátora 911) o nehodě. Tyto systémy využívají data z EDR jako např. delta-V a stav bezpečnostních pásů k určení závažnosti nárazu. Informace jsou předány personálu záchranné služby a slouží ke klasifikaci nehody a potřebného vybavení, které je nutno doručit na místo nehody. Jednotka je zároveň propojena s technologií GPS pro určení přesné polohy kolize. Je však třeba zmínit, že tyto systémy jsou ve fázi zkušebního provozu. Na následujícím obrázku je schematicky zobrazen princip AACN. [18] [64]



Obrázek 13: Princip fungování systémů ACN a AACN [64]

### 4.2.3 Airbag Control Module

EDR jsou typicky implementovány jako součást řídicí jednotky airbagu (Airbag Control Module – ACM), (Obrázek 14). Tento modul je schopen zaznamenat určitá data spojená s nehodovou událostí, kde dochází následkem nárazu o definovaných parametrech k aktivaci airbagů nebo předpínačů bezpečnostních pásů. Systémy však zaznamenají i události, kdy se hodnoty blíží prahu aktivace, nicméně k ní samotné nedojde. Taková událost obvykle není modulem uzamčena a může být přepsána. [65] [66]



Obrázek 14: Řídicí jednotka airbagu s EDR (zdroj: www.edmunds.com)

ACM používá integrované akcelerometry, případně další snímače, které sledují zpomalení a směr vozidla tak, aby na základě závažnosti kolize určily, jaké systémy pasivní bezpečnosti, a zda vůbec, mají být aktivovány. [66]

ACM je obecný název modulu, nicméně každý výrobce má pro jednotku vlastní název. Níže je uvedeno několik příkladů:

- RCM: Restraint Control Module (FORD);
- PCM: Powertrain Control Module (FORD);
- SDM: Sensing Diagnostic Module (GM);
- ORC: Occupant Restraint Control (Chrysler);
- ACU: Airbag Control Unit (Nissan);
- ACSM: Advanced Crash Safety Module (BMW);
- CABS: Center Air Bag Sensor (Toyota). [65]

### 4.3 Princip technologie EDR

EDR zachycuje průběžné informace na základě sledování několika systémů vozidla, jako jsou brzdy, rychlost, airbagy a bezpečnostní pásy. Nahrávání dat pracuje na principu uzavřené smyčky, tedy EDR nepřetržitě zaznamenává data a přepisuje několik předchozích vteřin, dokud ho nezastaví „událost“, tedy nehoda, která splňuje stanovenou prahovou hodnotu závažnosti, případně událost blízká takovému stavu. Spouštěcí prahovou hodnotu lze definovat jako změnu rychlosti vozidla v podélném směru, která se rovná nebo překračuje 8 km/h v intervalu 150 ms. Na základě vstupu informací rozhoduje prediktivní algoritmus snímání nárazu během 15-50 ms po události, zda má být airbag aktivován, nebo ne. Pak zařízení automaticky uloží několik sekund<sup>5</sup> dat před, během a po nehodě do dlouhodobé paměti pro účely pozdější analýzy. [24] [61] [67]

Ukládané informace jsou omezeny pouze kapacitou dostupné paměti. Jakmile jsou data uložena, nemohou být vymazána nebo změněna, to je možné pouze v případě, že se jedná o data z události blízké aktivaci airbagu, v takovém případě jsou data vymazána z paměti po 250 cyklech zapalování, tedy přibližně po 60 dnech; případně nahrazena daty události následující. [61]

Zákonem je definován minimální počet událostí, které zařízení musí být schopno uchovat, jedná se o dvě události. V případě, že k takovým událostem dojde v krátkém časovém úseku, je třeba detekovat konec události jedné, aby bylo možné definovat počátek druhé. Čas konce události je okamžik, kdy kumulativní delta-V v časovém intervalu 20 ms klesne na 0,8 km/h (0,5 mph) nebo méně. [24]

---

<sup>5</sup> Doba záznamu dat před kolizí se liší v závislosti na modelu zařízení, pro představu to mohou být informace o délce 2,5-25 s. [67]

## Paměť

Před samotným popisem je třeba definovat typy paměti užívané v EDR.

1. **ROM** – trvalá paměť. Obsahuje data nebo algoritmy již z výroby, která nelze přepsat. Vyznačuje se poměrně dlouhou přístupovou dobou, proto se informace v ní uložené často kopírují po zapnutí napájení do paměti RAM. [59]
2. **RAM** – operační paměť. Informace v ní uložené lze kdykoliv přepsat. Vyznačuje se velmi krátkou dobou přístupu a též tím, že po ztrátě napájení se data v ní uložená nenávratně ztratí, tedy jedná se o tzv. volatilní paměť. [59]
3. **EEPROM** – přepisovatelná paměť. Zachovává si naprogramovaná data i po vypnutí napájení, jedná se o tzv. nevolatilní paměť. Data je možno bez externího zásahu kdykoli přepsat či vymazat. Doba přepisu je však poměrně dlouhá, proto se nehodí pro běžné operace, ale pouze na uchování dat před vypnutím zařízení. Během zápisu dat zároveň nesmí dojít k výpadku napájení, jinak může dojít k poškození paměti. [59]
4. **FRAM** – ferroelektrická paměť. Kombinuje vlastnosti zmíněných pamětí a zaručuje permanentní zachování informace i v případě ztráty napájení (nevolatilní paměť). Mezi hlavní výhody patří rychlý zápis a čtení bez prodlev, nízký napájecí proud, nízká spotřeba a odolnost vůči nepříznivému prostředí. [68]

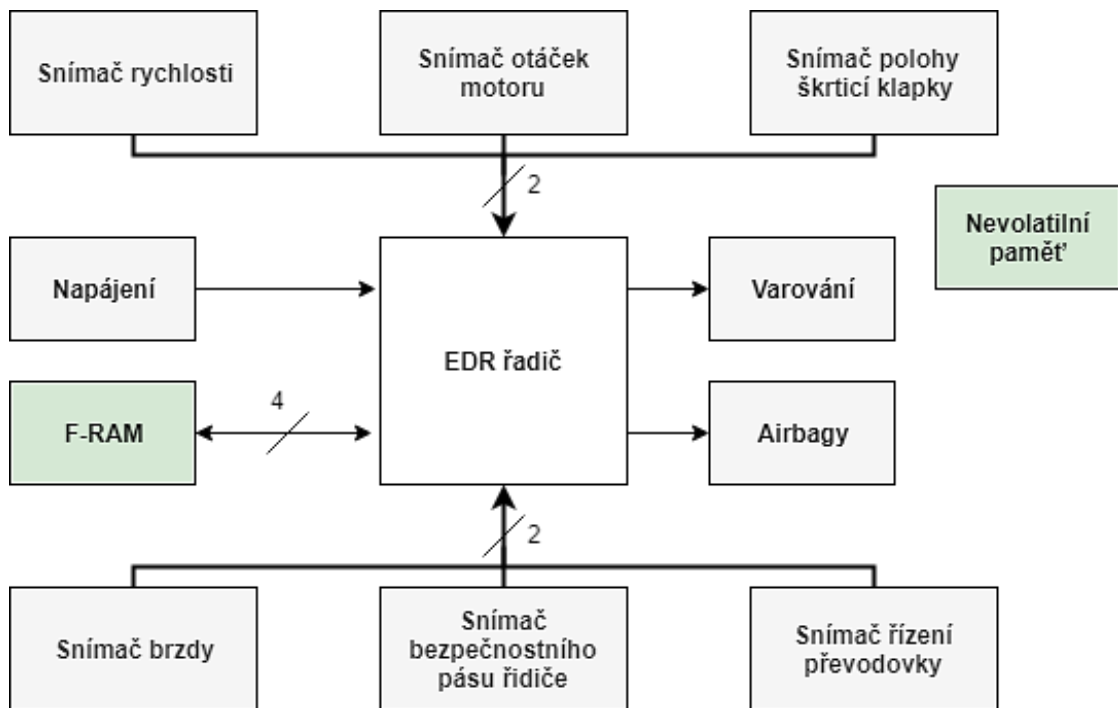
Jak již bylo výše zmíněno, data zachycená ze senzorů jsou uchovávána v kruhové vyrovnávací paměti po dobu minimálně 5-10 s před přepsáním novou sadou dat. V případě, že algoritmus jednotky airbagu zjistí náraz, obnovování ve vyrovnávací paměti je pozastaveno a je aktivován airbag. V tomto okamžiku je dočasně zachycen stav předpínače bezpečnostního pásu řidiče, airbagu spolujezdce, výstražné kontrolky a hodnoty parametrů rozhodujících o aktivaci airbagu do paměti RAM. Po uplynutí 150 ms jsou data z paměti RAM přenesena do trvalé paměti. Tou je paměť EEPROM a celý proces trvá přibližně 700 ms. [69]

Aby došlo k uložení požadovaných informací do paměti EEPROM, musí být řídicí jednotkou airbagu zajištěna dostatečná rezerva, v tomto případě tedy napájení po dobu minimálně 700 ms. V případě ztráty elektrické energie během kolize se celá rezerva výkonu v záložním modulu ACM použije k akci s nejvyšší prioritou, tedy k aktivaci airbagů. Pokud po tomto úkonu nezbyde žádná energie v rezervě, nemohou být EDR data uložena. Aby takové informace nebyly vystaveny riziku ztráty, začíná se nasazovat paměť FRAM. [69]

Ferroelektrická paměť s přímým přístupem (Ferroelectric Random Access Memory – FRAM) začíná být úspěšně nasazována do automobilových aplikací nové generace, u kterých je třeba zajistit vysokou spolehlivost. Pro zařízení EDR je použití přínosné



především z důvodu napěťové nezávislosti, kdy se na rozdíl od EEPROM při odpojení napájení informace uchová a může tak dojít k rekonstrukci nehody. Na Obrázku 15 je znázorněno blokové schéma EDR s aplikací paměti FRAM. [69]



Obrázek 15: Blokové schéma EDR (převzato a upraveno z [69])

#### 4.4 Data EDR

Data EDR představují cenné informace pro výzkum bezpečnosti silničních vozidel, neboť mohou být použita jak pro diagnostiku vozidla v době nárazu, tak při hledání hlavní příčiny dopravní nehody. To umožňují inovace a zavádění pokročilejších bezpečnostních systémů. V případě četného výskytu nehod na stávající komunikaci lze na základě dat určit chování řidiče před nehodou, tak data EDR rovněž napomáhají v oblasti silničního stavitelství, kdy jsou v rámci minimalizací stavebních závad nastolována vhodná bezpečnostní opatření jak na stávající komunikaci, tak ve fázi výstavby nové komunikace. [69]

Nutno podotknout, že EDR v osobních vozidlech sbírají mnohem menší rozsah informací, respektive data o výrazně menším objemu, než „černé skříňky“ na palubách jiných typů dopravních prostředků. Jako příklad lze uvést zapisovač letových dat na palubě letadla, který zaznamenává stovky parametrů po dobu až 25 hodin. [61]

Zákon 49 CFR část 563 v závěrečném rozhodnutí definuje dvě kategorie datových prvků. První kategorie se váže k souboru 15 datových prvků ve specifikovaném formátu (Příloha

č. 1), které musí každé vozidlo vybavené EDR zaznamenávat. Pro příklad je uvedeno několik prvků včetně definic:

- **Delta-V, podélná** – znamená kumulativní změnu rychlosti, zaznamenanou EDR vozidla ve směru podélné osy, počínaje časem nárazu nula a konče po čase 0,25 s; zaznamenává se každých 0,01 sekundy.
- **Rychlost indikovaná vozidlem** – rychlost určená podsystémem stanoveným výrobcem, který je určen k označení aktuální rychlosti vozidla v běžném provozu.
- **Škrticí klapka, procento max** – znamená, že řidič inicioval zrychlení měřené snímačem polohy škrticí klapky na pedálu plynu ve srovnání s polohou plně zatlačenou.
- **Provozní brzda, zapnuto a vypnuto** – znamená stav zařízení, které je instalováno nebo připojeno k systému brzdového pedálu, aby zjistilo, zda byl pedál stlačen. Přístroj může obsahovat spínač brzdového pedálu nebo jiný ovladač provozní brzdy ovládaný řidičem.
- **Stav bezpečnostního pásu řidiče** – znamená zpětnou vazbu bezpečnostního systému, který slouží k určení, zda je, nebo není bezpečnostní pás řidiče zapnut. [24]

Druhá kategorie se skládá z datových prvků, které musí být zaznamenány tehdy, je-li vozidlo vybaveno specifikovaným systémem nebo snímací schopností (Příloha č. 2). Mezi takové prvky patří např.:

- **Delta-V, boční** – znamená kumulativní změnu rychlosti, zaznamenanou EDR vozidla podél boční osy, počínaje časem nárazu nula a konče po 0,25 sekundy; zaznamenává se každých 0,01 sekundy.
- **Podélné zrychlení** – složka vektorového zrychlení bodu ve vozidle ve směru x. Podélné zrychlení je pozitivní ve směru jízdy vpřed.
- **Boční zrychlení** – složka vektorového zrychlení bodu ve vozidle ve směru y. Boční zrychlení je pozitivní zleva doprava z pohledu řidiče, když sedí ve vozidle směrem ke směru jízdy vpřed.
- **Otáčky motoru** – znamenají u vozidel poháněných spalovacími motory počet otáček hlavní klikové hřídele motoru vozidla za minutu a u vozidel bez pohonů spalovacími motory počet otáček hřídele motoru za minutu v bodě, kdy vstupuje do převodovky vozidla.
- **Stav bezpečnostního pásu spolujezdce sedícího vpředu** – znamená zpětnou vazbu bezpečnostního systému, který slouží k určení, zda je, nebo není bezpečnostní pás spolujezdce zapnut. [24]

Zákon rovněž stanovuje formát, tedy rozsah, přesnost a rozlišení datových prvků (Příloha č. 3). Dále pak interval záznamu na 5 s před nehodou a dobu přidělenou pro záznam o nárazu na 0,25 s. [24]

Tato data jsou vyšetřovateli získávána primárně pomocí nástroje Crash Data Retrieval (CDR).

## 5 Metody získání a systémy pro čtení EDR dat

Informace shromážděné z EDR závisí nejen na vývoji technologie ve vozidle, ale i na dostupnosti takových dat. Jak již bylo zmíněno, v roce 2000 byla představena sada společnosti Vetronix – Crash Data Retrieval (CDR), která umožnila přístup k GM EDR, postupně byla zpřístupněna varianta i pro vozidla Ford a Chrysler. Se zákonem 49 CFR částí 563 pak přichází i s několika málo výjimkami povinnost zpřístupnit EDR data z vozidel, která jsou touto funkcí vybavena. Někteří výrobci se tak připojili k CDR, jiní si vytvořili své vlastní patentované nástroje pro přístup k datům.

V současné době je ve Spojených státech 269 milionů registrovaných vozidel, přičemž 56 % má EDR s daty přístupnými systémem Bosch CDR. Více než 87 % vozidel modelového roku 2017 a novějších používá nástroj Bosch CDR, zbylých 12 % pak jiné nástroje (např. nástroj GIT pro Hyundai a Kia). [35] Vzhledem k majoritnímu postavení Bosch CDR (dále jen „CDR“) na trhu je v následujících kapitolách popisován postup a metody pro tuto jednotku.

### 5.1 Metody získání nehodových dat

Systém CDR slouží k zobrazení dat EDR, která jsou uložena v řídicích modulech osobních automobilů, lehkých nákladních vozidel a SUV, nikoliv k resetování, mazání nebo úpravě těchto dat. Nástroj v podstatě vyčte hexadecimální kód, který dále přeloží na technické jednotky a informace zobrazí v textovém a grafickém formátu. Softwarová komponenta je k dispozici ke stažení a instalaci přímo z webu Bosch Diagnostics a je tvořena programem pro provoz v prostředí Windows. Hardware je kolekce součástí včetně kabelů a adaptérů, která je proškolenými technikami používána k získání dat z podporovaných vozidel. [70]

K dispozici je hned několik metod stažení dat, přičemž obě používají sériové datové rozhraní. Použití konkrétní metody závisí na více faktorech, mezi které patří míra poškození vozidla a dostupné zdroje energie. Systémové připojení lze uskutečnit následovně:

1. prostřednictvím komunikační cesty sériového připojení k diagnostickému komunikačnímu portu vozidla;
2. přímým připojením k ACM/EDR. [55] [65]

Nástroj CDR obecně vyžaduje před samotným stažením dat identifikační číslo vozidla (VIN). Výhody tohoto kroku jsou zřejmé:

- zajištění správné interpretace dat EDR pro dané vozidlo;

- stahování je automaticky spojeno s konkrétním vozidlem, tím je zajištěna určitá transparentnost a nezaměnitelnost údajů s jiným vozidlem;
- možnost aktualizace datových souborů pro konkrétní VIN v případě aktualizace interpretačního softwaru. [71]

Po inicializaci softwaru CDR začíná komunikace prostřednictvím standardních příkazů. Software dále kontroluje přítomnost modulu CDR a po obdržení uspokojivé odpovědi software otevře existující soubor, nebo zahájí nový případ v závislosti na výběru vyšetřovatele. Kromě identifikačního čísla vozidla je vyšetřovatel povinen zadat i jiné informace o případě, jako je jméno vyšetřovatele, číslo případu, datum vyšetřování, datum havárie a komentáře (např. místo nehody a jiné podrobnosti). CDR pak odesílá příkaz výpisu odpovídající modelu EDR. Příkaz „dump“ dále stáhne nevolatilní paměť z EDR do modulu CDR. V tomto okamžiku jsou obnovená data uložena ve volatilní paměti CDR. [72]

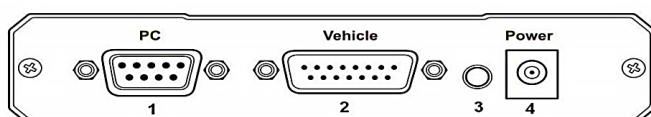
### **5.1.1 Připojení prostřednictvím komunikační cesty sériového připojení k diagnostickému komunikačnímu portu vozidla**

Připojení je uskutečňováno přes standardní síťové rozhraní vozidla, přes port SAE J1962, rovněž nazývané jako diagnostický konektor vozidla (DLC) nebo konektor OBD II, ten je umístěn pod palubní deskou na straně řidiče (Obrázek 16). Jedná se o upřednostňovaný způsob stahování dat z ACM/EDR, neboť umožňuje jednotce komunikovat s jinými systémy uvnitř vozidla, které poskytují i jiné údaje, než uchovává funkce EDR. Tento přístup je rovněž opatřen zvláštním režimem, respektive bezpečnostní funkcí, která brání přístupu běžného uživatele k datům EDR. Pro tuto metodu musí být splněny dvě podmínky, jednak musí být k dispozici stejnosměrné 12 V napětí a dále je potřebný klíč zapalování. Schéma systémového připojení je zobrazeno na Obrázku 17. [55] [65] [70] [73]

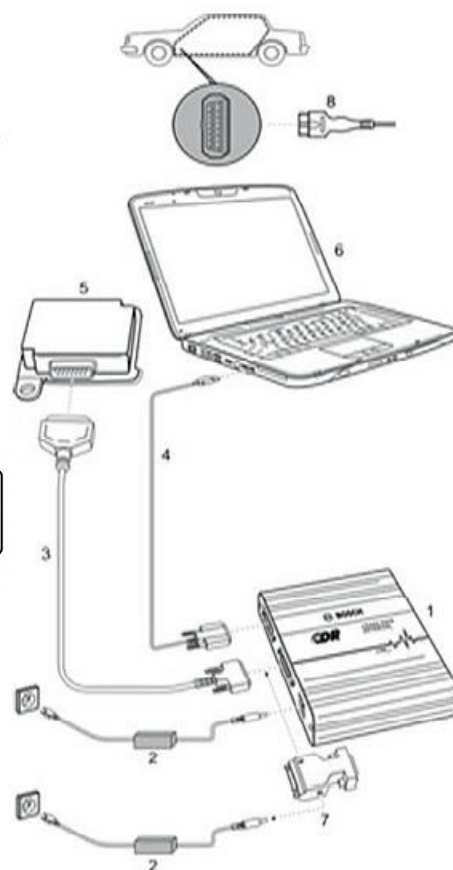


Obrázek 16: Připojení CDR k DLC (zdroj: <http://www.collisionspecialistsinc.com>)

- 1 Nástroj CDR
- 2 Síťový zdroj 12 Volt
- 3 Diagnostické vedení OBD nebo diagnostické vedení specifické pro vozidlo
- 4 Připojovací kabel USB/sériový (jedno nebo dvojdílný)
- 5 Řídící jednotka nebo diagnostické rozhraní vozidla
- 6 Laptop
7. Připojení pomocí volitelných adaptérů (Obr. jako příklad)
8. Nástroj CDR připojen k diagnostické zásuvce OBD-2 vozidla.



- 1 Přípojka RS-232 (9-Pin)
- 2 Přípojka diagnostického vedení (15-Pin)
- 3 LED napájení
- 4 Přípojka napájení



Obrázek 17: Příklad schématu připojení a zařízení CDR [74]

Pro připojení jednotky CDR k počítači se používá standardní 9-pinový kabel RS-232 (Obrázek 17). Pro připojení CDR k ACM/EDR je pak zapotřebí speciální 15-pinová přípojka. Napájení zajišťuje dodaný síťový zdroj nebo diagnostické rozhraní vozidla. Pokud je nástroj CDR připraven k provozu, svítí kontrolka LED zeleně. [74]

### 5.1.2 Přímé připojení k ACM/EDR

Může se stát, že v důsledku poškození vozidla nemá technik přístup k DLC, nebo je elektrický systém vozidla nefunkční. V takovém případě je nutné přímé připojení k modulu, často je tato metoda označována rovněž jako D2M nebo DTM (z anglického „Direct to Module“), (Obrázek 18). Na základě přístupu lze metodu ještě dělit na dva možné způsoby:

1. ACM/EDR ve vozidle;
2. ACM/EDR odstraněn z vozidla.

Preferovaným způsobem je nalezení modulu a zobrazení dat z ACM/EDR, který je stále přítomen ve vozidle. Pokud je však nutno vyjmout modul z vozidla, je třeba postupovat dle příslušných postupů pro demontáž a velice opatrně, neboť hrubá manipulace s modulem,

který je stále připojen ke zdroji energie, může mít za následek přepsání hodnot z události blízké aktivaci airbagu. [62] [65]



Obrázek 18: D2M připojení, modul vyjmut z vozidla (vlevo), modul ve vozidle (vpravo) [70]

Dalším důvodem, proč tato metoda není preferována je skutečnost, že modul ACM existuje v různých provedeních a každé toto provedení má jedinečný konektor, respektive neexistuje standard pro konektor ACM. Pro metodu D2M existuje přes 85 různých kabelů a adaptérů pro spojení jednotky CDR a modulu (Obrázek 19). [70]



Obrázek 19: Různá provedení ACM a kompatibilní konektory [70]

## 5.2 Protokol CDR

Poté, co software CDR dokončí proces načítání, analyzuje data EDR a vygeneruje zprávu. Ta je uložena v proprietárním formátu s příponou *.CDRx*. Tento soubor však lze otevřít, přeložit a číst pouze programem CDR. Data mohou být převedena do souboru *.pdf* nebo *.CSV*, nicméně tyto soubory již není možné otevřít programem CDR s použitím aktuálnější verze. Často se však stává, že použití aktuálnější verze dělá problém i při načítání souboru s příponou *.CDRx*, data shromážděná starší verzí programu totiž nemusí být přeložitelná aktuální verzí. [65] [72] [75]

Počet stran zprávy CDR se liší případ od případu, zpráva může mít 4, ale i 20 stran. Vzhledem k tomu, že se ve zprávě objevují veškeré podrobné informace o nehodě, poskytuje velmi užitečná data, která mohou být použita při podrobné analýze. [65]

První strana každého protokolu je u všech případů velmi podobná, neboť obsahuje blok informací o souboru CDR, komentáře a datová omezení. (Obrázek 20) Komentáře jsou zadány technikem, datová omezení se pak liší v závislosti na modulu. U níže uvedeného protokolu si lze povšimnout, že se jedná o vozidlo Ford Fiesta, výrobce Ford používá pro modul označení RCM. V datových omezeních je uvedena informace, že RCM může ukládat až dvě události. Údaje však mohou obsahovat např. i horní limit zaznamenané rychlosti. [65]



**IMPORTANT NOTICE:** Robert Bosch LLC and the manufacturers whose vehicles are accessible using the CDR System urge end users to use the latest production release of the Crash Data Retrieval system software when viewing, printing or exporting any retrieved data from within the CDR program. Using the latest version of the CDR software is the best way to ensure that retrieved data has been translated using the most current information provided by the manufacturers of the vehicles supported by this product.

#### CDR File Information

User Entered VIN	3FADP4TJ5DM173661
User	B. Muir CDS LLC
Case Number	2013 Ford Fiesta - PSP 2018 - Post Crash #2
EDR Data Imaging Date	10/30/2018
Crash Date	10/30/2018
Filename	2013 FORD FIESTA - PSP 2018 - POST CRASH - 3FADP4TJ5DM173661_ACM.CDRX
Saved on	Tuesday, October 30 2018 at 16:36:57
Imaged with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 17.9.1
Imaged with Software Licensed to (Company Name)	Crash Data Specialists
Reported with CDR version	Crash Data Retrieval Tool 17.9.1
Reported with Software Licensed to (Company Name)	Crash Data Specialists
EDR Device Type	Airbag Control Module
ACM Adapter Detected During Download	No
Event(s) recovered	locked frontal event Fuel cutoff level 1

#### Comments

DLC with Boost - Battery Broken

The retrieval of this data has been authorized by the vehicle's owner, or other legal authority such as a court order or search warrant, as indicated by the CDR tool user on Tuesday, October 30 2018 at 16:36:57.

#### Data Limitations

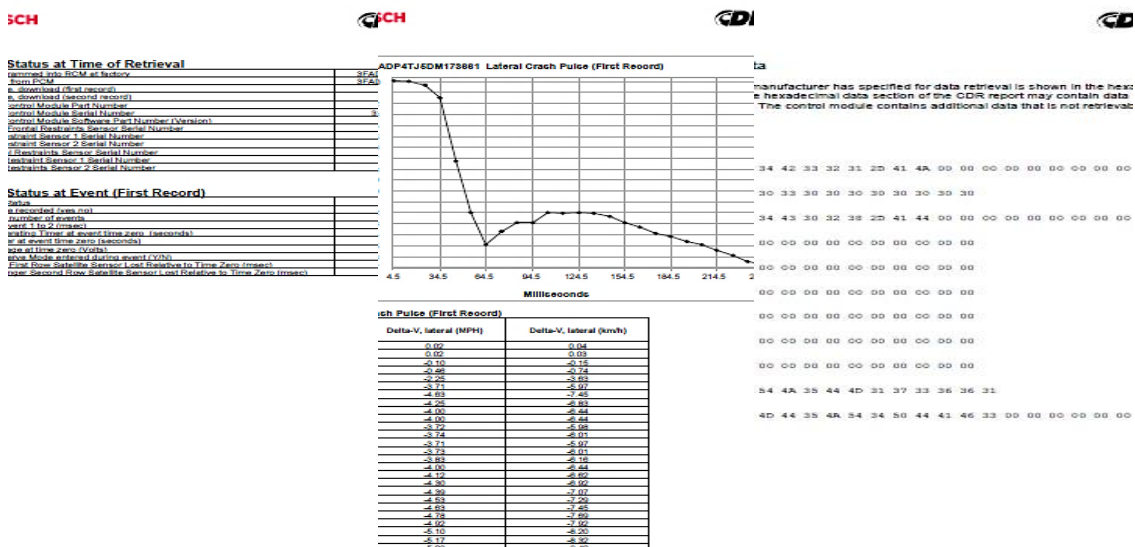
##### Restraints Control Module Recorded Crash Events:

Deployment Events cannot be overwritten or cleared from the Restraints Control Module (RCM). Once the RCM has deployed any airbag device, the RCM must be replaced. The data from events which did not qualify as deployable events can be overwritten by subsequent events. The RCM can store up to two deployment events.

Obrázek 20: Ukázka první strany protokolu CDR



Následující strany jsou ukázkou protokolu CDR.



Obrázek 21: Textová, grafická a hexadecimální podoba dat z protokolu CDR

I přes vysokou spolehlivost údajů je třeba danou zprávu řádně prošetřit a zkontrolovat, zda vyčtené informace dávají smysl. Existuje několik provozních podmínek vozidla, které mohou ovlivnit např. rychlost vozidla v době události. Pro příklad lze uvést konkrétní situaci. V době těsně před událostí EDR zaznamenalo rychlost 0 MPH, nicméně vozidlo bylo stále v pohybu. K takové situaci může dojít, když řidič prudce zabrzdí na ledu, kola se přestanou pohybovat, ale vozidlo pokračuje v jízdě. Důvodem „chybně“ zaznamenané rychlosti je skutečnost, že snímače rychlosti měří rychlost kola, ne rychlost vozidla. [65]

Faktory ovlivňující zaznamenanou rychlost (a nejen tu) mohou být uvedeny v datových omezeních, mezi nejčtenější patří:

- výrazné změny poloměru valení pneumatiky;
- blokování kol a skluz kol;
- kola vozidla nejsou v kontaktu se zemí (ve vzduchu);
- pohyb kola do strany;
- vozidlo jede dozadu;
- nesprávná velikost pneumatiky. [65]

Je potřeba upozornit, že komerčně dostupné nástroje pro překlád hexadecimálních dat nemohou zaručit úplnou komplexnost dekódovaných údajů. Důvodem je skutečnost, že tyto nástroje nemohou překládat všechna data v EDR. Ve výsledném protokolu se zobrazí pouze data určená výrobcem k vyhledání. Na Obrázku 22 je úryvek hexadecimálních dat

stažených během typického získávání dat pomocí komerčně dostupného softwaru. Pouze zvýrazněné části byly přeloženy komerčním softwarem k vytvoření protokolu. [76]

```
B600: 20 50 48 00 00 00 00 00 AA
B608: 00 00 00 00 00 00 00 00 AA
B610: 00 00 00 00 00 00 30 0A F9
B618: F9 F9 F9 F9 F9 F9 FF AA
B620: AA AA AA 00 AA 00 00 7D
B628: 00 00 40 0C 03 0A 0F 10
B630: 18 1D 22 29 2F 33 38 3C
B638: 40 42 43 43 43 43 43 44
B640: 44 44 43 42 42 42 42 42
B648: 42 42 2E E8 10 00 00 FF
B650: 00 55 AA AA AA 55 02 00
B658: 00 00 00 00 00 00 00 00
B660: 00 00 00 00 00 00 00 00
B668: 00 00 00 00 00 00 00 00
B670: 00 00 00 00 00 00 00 00
B678: 00 00 00 00 00 00 00 00
B680: 00 00 00 00 00 00 00 00
B688: 00 00 00 15 81 00 00 34
B690: 82 00 00 00 00 00 00 00
B698: 7D FA 00 00 7D FA 00 00
B6A0: 7D FA 00 00 7D FA 00 00
B6A8: 7D FA 00 00 00 00 00 00
B6B0: 00 00 00 00 00 00 00 00
B6B8: 00 00 00 00 00 92 6E C6
B6C0: 34 4E 1A 01 00 64 02 00
B6C8: 00 AA 00 00 00 00 01 01
B6D0: BE AD B9 B2 B9 AD BE AC
```

Obrázek 22: Přeložená hexadecimální data (zvýrazněné hodnoty) [76]

Ve zbytku nepřeloženého kódu jsou pak ukryty informace o stavu systému v době kolize, včetně údajů o komponentech, které v době události selhaly a nevykazovaly žádnou činnost. Jediným způsobem, jak získat úplný překlad dat z EDR, je obdržet záznam všech uložených hexadecimálních dat a pak ručně překládat každý řádek pomocí kódových číselníků. Ty však nejsou veřejně dostupné. [76]

### 5.3 Nástroje pro interpretaci EDR dat

V této kapitole jsou stručně rozebrána specifika konkrétních nástrojů různých výrobců, které se v současné době používají ke čtení nehodových dat.

#### 5.3.1 Bosch CDR Tool

Jak již bylo zmíněno, souprava Bosch CDR je komerčně dostupným nástrojem pro zobrazení dat od většiny výrobců vozidel. Pro představu jsou podporována tato vozidla:

- BMW (BMW, MINI, Rolls Royce);
- Daimler (Mercedes-Benz, Smart);
- Fiat Chrysler Automobiles – FCA (Alfa Romeo, Chrysler, Dodge, Fiat, Jeep, Maserati, RAM, SRT, Sterling);
- Ford (Ford, Lincoln, Mercury);

- General Motors – GM (Buick, Cadillac, Chevrolet, GMC, Geo, Hummer, Isuzu, Oldsmobile, Pontiac, SAAB, Saturn);
- Honda (Acura, Honda);
- Karma Automotive;
- Mazda;
- Mitsubishi;
- Nissan (Infiniti, Nissan);
- Subaru;
- Suzuki;
- Toyota (Lexus, Scion, Toyota);
- Volkswagen Group (Audi, Bentley, Lamborghini, Pagani, Volkswagen);
- Volvo. [70]

Celý seznam podporovaných vozidel konkrétních verzí zařízení CDR je k dispozici na <https://www.boschdiagnostics.com/cdr/software-downloads>.

### 5.3.1.1 Crash Data Retrieval DLC Base Kit

V současné době je stále velice hojně používána sada CDR DLC Base Kit (Obrázek 23). Jedná se o soupravu základní úrovně, která obsahuje většinu komponent potřebných k načtení dat EDR přímo z DLC podporovaných vozidel. Výše popsané postupy získávání EDR dat prostřednictvím DLC připojení používají právě tuto sadu. Ta obsahuje následující komponenty:

1. *CDR modul rozhraní (w/CANplus);*
2. *Sériový připojovací kabel USB podle RS232;*
3. *Sériové připojovací vedení;*
4. *Připojovací vedení k zásuvce zapalovače cigaret;*
5. *Taška Bosch;*
6. *Síťový zdroj 12 V;*
7. *Snímatelné síťové připojovací vedení;*
8. *DLC kabel. [74] [77]*



Obrázek 23: Sada Bosch CDR DLC Base Kit (zdroj: www.boschdiagnostics.com)

### 5.3.1.2 CDR D2M Kity

V základní CDR sadě nejsou kabely pro metodu získávání EDR dat D2M, neboť vzhledem k rozmanitosti konektorů jednotlivých ACM/ECU modulů by bylo téměř nemožné přizpůsobit sadu tak, aby vyhovovala požadavkům uživatele. Proto lze v samostatných sadách nebo jednotlivě dokoupit kabely a adaptéry CDR D2M (Obrázek 24) pro připojení nástroje přímo do modulu dle daných požadavků uživatele. [78]



Obrázek 24: CDR D2M kabely a adaptéry [78]

### 5.3.1.3 CDR 900 Upgrade Kit

Nejnovější verze Bosch CDR 900 na rozdíl od předchozí podporuje vozidla Mitsubishi a Subaru a nabízí rychlejší komunikaci, než je u současného modulu rozhraní CANplus; novou hardwarovou platformu CDR a bezdrátové připojení mezi zařízením a počítačem. Hlavním podnětem pro CDR 900 jsou především změny technologie vozidel, jako například vysoce výkonné řídicí jednotky, vysokorychlostní elektrické sítě vozidel a autonomní systémy. CDR 900 používá 19-pinový konektor. Stejně tak jako předchozí verze, sada CDR 900 Upgrade Kit neobsahuje hardware pro D2M metodu. K správné interpretaci dat je dále

nezbytný CDR software verze 17.8 a novější<sup>6</sup> kompatibilní s Windows 7/8/8.1/10 (32 bit a 64 bit). [70] [79] [80]

### Komponenty CDR 900



Obrázek 25: CDR 900 Upgrade Kit (zdroj: www.boschdiagnostics.com)

#### 1. CDR 900 VCI (Vehicle Communications Interface)

Vysoce výkonné komunikační rozhraní s podporou aktuálních i nových diagnostických sběrnic:

- Starší UART protokoly;
- K-Line;
- J1850;
- CAN, Single Wire, Dual Wire, Fault Tolerant;
- Ethernet;
- CAN FD.

VCI je dále kompatibilní s adaptérem CDR 500, poskytuje bezdrátovou komunikaci, a kromě USB rozhraní nabízí integrovanou správu napájení ACM. [70] [79] [80]

#### 2. CDR 900 napájecí a propojovací kabel

Tento kabel zajišťuje propojení mezi jednotkou VCI a dalšími pomocnými kabely jako jsou D2M kabely, adaptér D2M pro starší kabely a DLC/OBD J1962 kabel. Rovněž zajišťuje přenos 12 V napájení do ACM pro D2M zobrazování. [70] [79] [80]

---

<sup>6</sup> K 1.8. 2019 je nejnovější verzí CDR v19.0 System Software.

### 3. *Adaptér pro starší kabely*

Adaptér se používá k připojení existujících (starších) kabelů CDR D2M k rozhraní CDR 900 a napájecímu kabelu. Ačkoli nové kabely CDR 900 D2M tento adaptér nevyžadují, mnoho starších kabelů CDR ho pro správnou funkci potřebuje, tak je zajištěna podpora starších vozidel u nového zařízení. [70] [79] [80]

### 4. *DLC/OBD J1962 kabel*

Kabel J1962 se používá pro spojení rozhraní CDR 900 a DLC/OBD konektoru vozidla. Slouží pro zobrazování EDR dat prostřednictvím komunikační cesty sériového připojení k diagnostickému komunikačnímu portu vozidla. [79]

### 5. *CDR 900 prodlužovací kabel*

Kabel slouží k prodloužení připojení DLC/OBD i D2M o 1 m. [70]

### 6. *CDR 900 USB kabel, 3 m*

Jedná se o vysoce odolný kabel o délce 3 m, který zajišťuje stabilní propojení mezi CDR 900 a počítačem. Takové připojení je sice zajištěno bezdrátovou komunikací, nicméně pro konfiguraci, přeprogramování a registraci CDR 900 je potřebný tento kabel. [70] [79]

### 7. *CDR 900 bezdrátový 802.11n modul*

Jedná se o dva moduly, které poskytují bezdrátovou komunikaci typu „point-to-point“ mezi počítačem a CDR 900. [80]

## 5.3.2 **Hyundai a Kia EDR Tool**

Nástroj pro získávání EDR dat z vozidel Hyundai a Kia byl vytvořen společností Global Information Technology (GIT). Poprvé byl představen v roce 2012, aby vozidla prodaná těmito výrobci ve Spojených státech<sup>7</sup> po září 2012 splňovala požadavky části 563. Kia a Hyundai od modelového roku 2010 implementovali zařízení EDR, nicméně v té době ještě neexistoval komerčně dostupný nástroj ke čtení dat EDR. Empiricky však bylo zjištěno, že nástroj dokáže vyčíst data z některých vozidel modelových let 2010-2012. [81] [82]

Nástroje GIT pro modely Hyundai a Kia se zdají být téměř totožné, nicméně prodávají se samostatně a moduly nesmí být zaměněny. Rozhraní se na první pohled liší vnějším plastovým krytem, modrý pro Hyundai a červený pro Kia (Obrázek 26). Nástroj GIT a Bosch CDR jsou rozdílné hned v několika ohledech:

---

<sup>7</sup> Pro severoamerický trh představují vozidla Hyundai a Kia asi 9 % celkového prodeje.

1. Nástroj GIT nevyžaduje před stažením EDR dat zadání identifikačního čísla vozidla. Je třeba zadat pouze model vozidla, modelový rok a objem motoru. Bez VIN tak nemůže být zaručeno propojení s konkrétním vozidlem a existuje určité riziko, že ve výsledné zprávě budou zkreslené informace.
2. Bosch CDR umožňuje uložení nezpracovaných hexadecimálních dat v souboru *.CDRx*, zatímco nástroj GIT ukládá data pouze jako soubor *.pdf*. Přestože jsou hexadecimální data obsažena v tomto souboru, není žádný způsob, jak zpětně interpretovat tato data. Pokud jsou pak ve výsledném protokolu objeveny drobné chyby, je systém Bosch CDR schopen interpretovat dříve načtený soubor surových dat i při vydání aktualizací softwaru. GIT v takovém případě musí znovu načíst data z modulu. Z tohoto důvodu se doporučuje uchovat modul ACM.
3. Bosch CDR zabezpečuje přístup k datům, aby se minimalizovalo riziko neoprávněné manipulace s údaji. GIT nemá žádné šifrování a po načtení souboru tato data opět podléhají riziku.
4. Nástroj GIT čte data pouze jednou, poté je uloží. Bosch CDR čte data třikrát a porovnává tyto hodnoty před uložením souboru. [71] [81]

Vyjma výše zmíněných, nástroje pro čtení EDR dat Hyundai a Kia pracují na podobném principu jako Bosch CDR. Nástroje GIT využívají metodu přístupu přes diagnostický port, i D2M metodu v případě fatálního poškození vozidla. Neexistuje žádná sada pro DLC připojení jako je tomu u Bosch CDR. Sada Hyundai se dodává se 14 kabely D2M, Kia s 15 kabely D2M. [35] [81]



Obrázek 26: Hyundai (vlevo) a Kia (vpravo) EDR Tool (zdroj: <http://www.collisionsafety.net>)

### 5.3.3 Tesla EDR

Za zmínku nepochybně stojí i systém získávání nehodových dat od výrobce Tesla. Data související s dynamikou vozidla a bezpečnostními systémy v okamžiku nehodové události, případně této události blízké, jsou uložena v řídicím modulu zádržného systému vozidla (RCM). Funkcí EDR jsou vybavena vozidla Tesla Model S, Model X a Model 3. [83]

Přístup a získávání dat vyžaduje napájení a připojení k RCM vozidla. Stejně tak jako u Bosch CDR existují dva způsoby přístupu k modulu:

1. **Připojení k RCM ve vozidle**, které vyžaduje, aby vozidlo bylo schopné poskytnout stejnosměrné 12 V napájení RCM, a aby spojení mezi konektorem CAN a RCM bylo neporušeno. Pokud nejsou tyto podmínky splněny, je třeba přistoupit k D2M metodě.
2. **D2M připojení**, přičemž u Modelu X a Modelu 3 je RCM umístěn v podlahové části vozidla, pod středovou konzolí mezi sedadly. V Modelu S je RCM umístěn na podlaze pod středovou obrazovkou (Obrázek 27). [70]

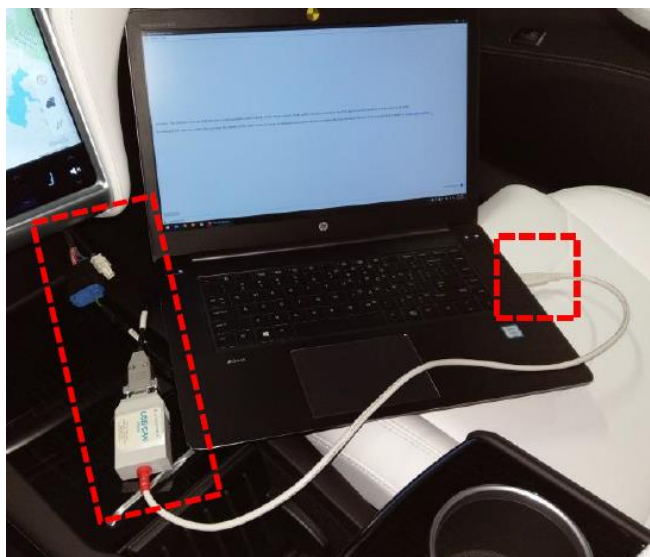


Obrázek 27: Umístění RCM v Modelu S (vlevo) a připojení D2M (vpravo) [83]

Pro přístup k EDR datům je potřebné následující hardwarové vybavení (Obrázek 28):

- Počítač se systémem Windows (jiné operační systémy nejsou podporovány);
- PCAN-USB adaptér, který umožňuje jednoduché připojení k síti CAN, vyráběný společností Peak System;
- Vhodný kabel Tesla ze sady EDR Retrieval Hardware Kit. [83]





Obrázek 28: Připojení počítače s adaptérem PCAN-USB a EDR kabelem [83]

Co se týče softwaru, získávání dat se neobejde bez ovladačů zařízení pro PCAN-USB a programu Tesla EDR Retrieval Program, který je bezplatný a veřejně přístupný. Po načtení hodnot EDR z modulu je soubor dat uložen ve formátu s příponou *.edr*. Dále je potřebné internetové připojení a vytvořený účet MyTesla, kde se po nahrání datového souboru EDR generuje protokol ve formátu *.pdf*, kde jsou popsána zjištění z EDR. [70] [83]

### **EDR Retrieval Hardware Kit**

Jedná se o profesionální sadu (Obrázek 29), která obsahuje soubor kabelů, adaptéru a napájení pro všechny modely vozidel Tesla, která mají schopnost nahrávání dat EDR.

Sada obsahuje:

1. *Kabel pro Tesla Model S a Model X pro připojení k RCM ve vozidle;*
2. *Kabel pro Tesla Model S (starší) pro připojení k RCM ve vozidle;*
3. *Kabel pro Tesla Model 3 pro připojení k RCM ve vozidle;*
4. *Kabel D2M pro Tesla Model X a 3;*
5. *Kabel D2M pro Tesla Model S;*
6. *Jednotka zdroje střídavého napětí (100v-240v);*
7. *PCAN-USB adaptér;*
8. *Pevný ochranný kufřík. [83]*



Obrázek 29: EDR Retrieval Hardware Kit (zdroj: [www.kneifel.de](http://www.kneifel.de))

### 5.3.4 Jaguar Land Rover

Posledním zajímavým případem je získávání dat z vozidel britské nadnárodní automobilky Jaguar Land Rover. Tato vozidla jsou vybavena funkcí EDR a data následně čtena pomocí vyhrazeného softwaru, nicméně nástroj pro získávání dat pouze získá hexadecimální data, která musí být zaslána do Anglie pro interpretaci. [35]

## 6 Ukázka použití při analýze dopravní nehody

Smysl konceptu EDR a jeho implementace do automobilů závisí především na spolehlivosti naměřených hodnot, neboť bez té by nemohly být brány jako objektivní vhled do nehodového děje. Aby však bylo možné tato data považovat za objektivní podklad pro vyšetřování a rekonstrukci dopravních nehod, je potřeba tuto důvěryhodnost ověřit. V této práci je zvolen způsob komparace dat zaznamenaných EDR a ekvivalentních hodnot naměřených jinými měřicími jednotkami v rámci dynamické nárazové zkoušky. Cílem této kapitoly je jak ukázka zpracování výstupů z jednotky Bosch CDR, tak i porovnání hodnot získaných různými přístroji, s účelem ověření věrohodnosti EDR.

### 6.1 Nárazová zkouška

Co se samotného experimentu týče, dynamická zkouška byla realizována v rámci projektu VIMOT 4U. Předmětem výzkumu tohoto projektu je především experimentální vývoj založený na analýze dopravních nehod se zaměřením na nehodová data uložená v jednotkách EDR. Test se uskutečnil v obci Allhaming nedaleko rakouského města Linz, konkrétně v areálu společnosti Dr. Steffan Datentechnik GmbH (Obrázek 30). Ten nabízí zkušební venkovní plochu o rozloze 25 000 m<sup>2</sup> se zabudovaným kolejnicovým mechanismem pro roztažení vozidel, přičemž tato plocha umožňuje flexibilní použití při nárazových testech mnoha druhů. Konkrétně se jedná o čelní, zadní a boční nárazy; nárazy na sloup, do bariéry a s překrytím; testy s nákladními automobily a těžkými vozidly; vysokorychlostní testy; a v neposlední řadě i zkoušky s dlouhým ponárazovým pohybem vozidel. [25] [84]



Obrázek 30: Testovací areál [25]

### 6.1.1 Testovací vozidla

Vzhledem ke skutečnosti, že instalace EDR u vozů evropských výrobců není běžným úkazem, byla pro měření vybrána vozidla, která mají tuto funkci již implementovanou. Jednalo se o vozidla Toyota RAV4, Toyota Auris, Dodge Caliber a Jeep Compass (Obrázek 31). [25]



Obrázek 31: Testovací vozidla (zleva Toyota RAV4, Toyota Auris, Dodge Caliber, Jeep Compass) [25]

U všech vozidel bylo jak před začátkem procesu, tak i po ukončeném testu provedeno vyčtení dat pomocí nástroje CDR, dále pak načtení informací o poruchách systému z řídicích jednotek. Tento proces byl zajištěn pomocí diagnostických nástrojů Bosch KTS 590 a TEXA Navigator Nanos.

#### 6.1.1.1 Toyota RAV4 2.2 D-4D



Obrázek 32: Toyota RAV4 [25]

Tabulka 3: Specifikace Toyoty RAV4 [25]

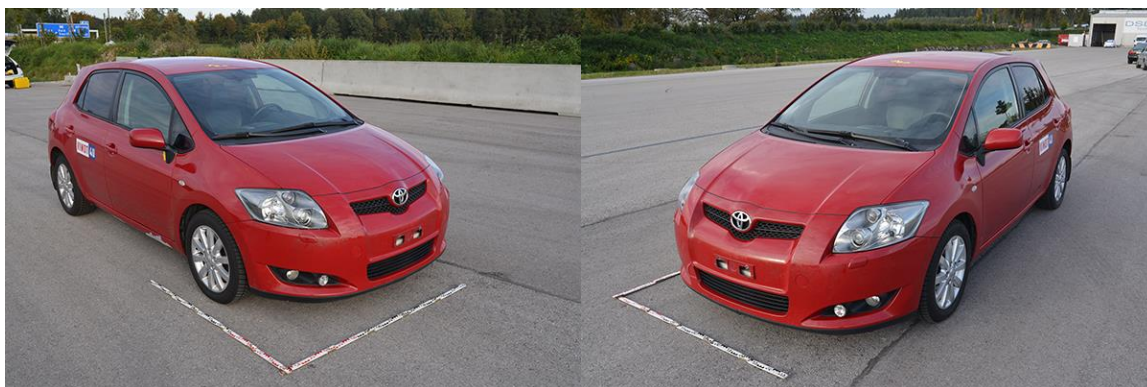
VIN	JTMBB31V105057311
Verze motoru	2.2 D-CAT
Obrys	Terénní vozidlo
Typ	RAV4 [05>12] (A3)
Identifikace vozidla	2AD-FHV (ALA) (110 kW)

V CDR protokolu vozidla je uložen zápis o posledních čtyřech zaznamenaných událostech. Binární hodnoty zprávy obsahují údaje o zapnutí řidičova bezpečnostního pásu, poloze řidičova sedadla, poloze řadicí páky a stav airbagu spolujezdce. Co se událostí týče, v záznamu je uvedena informace o pořadí události, typu nárazu, času uplynulého od času nula po aktivaci airbagu a předpínači bezpečnostních pásů. Hodnoty o rychlosti obsahují údaje jak v [MPH], tak i [km/h] v případě podélného nárazu po 10 ms při trvání 200 ms, u bočního nárazu po 4 ms v délce trvání 100 ms. Přednárazové údaje o rychlosti, použití brzd, otáčkách motoru a polohy plynového pedálu. Tyto hodnoty jsou v intervalu 0 s až 5 s.

Diagnostika:

- Závada C1241 v systému Integrální trakce;
- Závady B1421, B1423 a B1424 v systému Jednotka klimatizace;
- Závada U0105 v systému Posilovač řízení – EMPS řízení s posilovačem. [25]

#### 6.1.1.2 Toyota Auris 2.0 D-4D



Obrázek 33: Toyota Auris [25]

Tabulka 4: Specifikace Toyoty Auris [25]

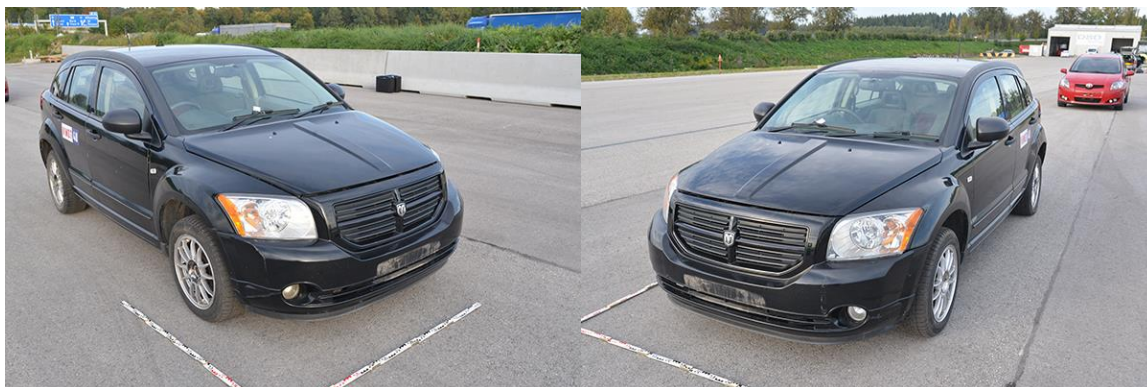
VIN	NMTKB56E70R003461
Verze motoru	2.2 D-CAT
Obrys	2-prostorový sedan
Typ	Auris [06>12] (E15)
Identifikace vozidla	2AD-FHV (ADE157) (130 kW)

V protokolu CDR jsou uvedeny identické informace jako v protokolu vozidla Toyota RAV4.

Diagnostika:

- Závady B1421, B1423 a B1424 v systému Jednotka klimatizace [25]

### 6.1.1.3 Dodge Caliber 2.0 CRD



Obrázek 34: Dodge Caliber [25]

Tabulka 5: Specifikace Dodge Caliber [25]

VIN	1B3H3C8A77D200905
Verze motoru	2.0 CRD
Obrys	Rodinný vůz
Typ	Caliber SXT HATC
Identifikace vozidla	--- (103 kW)

V protokolu CDR jsou uchovány hodnoty zrychlení při nárazu v [g], po dobu 100 ms před nárazem a 150 ms po nárazu po 1 ms. Hodnoty otáček motoru, polohy škrticí klapky, rychlosti vozidla, stlačení pedálu plynu, stlačení brzdy, stavu kontrolky závady systémů ABS, ESP a elektronické spojky, použití točivého momentu motoru, který indikuje, zda je zařazena rychlost a v neposlední řadě aktivity tempomatu, jsou zaznamenány v intervalu 5 s až 0 s před nárazem s rozlišením po 1 ms. Binární data obsahují informace o zapnutí bezpečnostních pásů všech sedadel, aktivaci airbagu bočního, kolenního airbagu řidiče, stavu předpínače bezpečnostních pásů, měření bočních senzorů, vypnutí airbagu spolujezdce a systému rozeznání vpředu sedícího spolujezdce.

Diagnostika:

- Závady B210D a B1B02 v systému Airbag 1/Airbag AB;
- Závady C2100, U140E a C2202 v systému ABS/ESP;
- Závady 1788, 1801, 462, 3096, 1799, 1797, 1795 a 1801 v systému Řízení motoru/Diesel EDC;

- Závada C151D v systému Rádiové řízení/Rádiové řídicí jednotky;
- Závada U110D v systému Výstražné zařízení proti krádeži/Výstražné zabezpečovací zařízení. [25]

#### 6.1.1.4 Jeep Compass 2.0 CRD 4x4



Obrázek 35: Jeep Compass [25]

Tabulka 6: Specifikace Jeepu Compass [25]

VIN	1J8FFC7Y67D191411
Verze motoru	2.0 CRD 4WD
Obrys	Automobil pro volný čas
Typ	Compass [06>11] (MK)
Identifikace vozidla	ECD (103 kW)

Protokol CDR obsahuje stejné informace jako protokol vozidla Dodge Caliber, což je pravděpodobně zapříčiněno tím, že obě značky patří výrobcí Chrysler. [25]

Diagnostika:

- Bez závad. [25]

#### 6.1.2 Použitá měřicí zařízení

Zařízení, která byla použita pro záznam a měření daných parametrů, lze svým způsobem rozdělit do dvou skupin, dle zaznamenávaných veličin a způsobu měření:

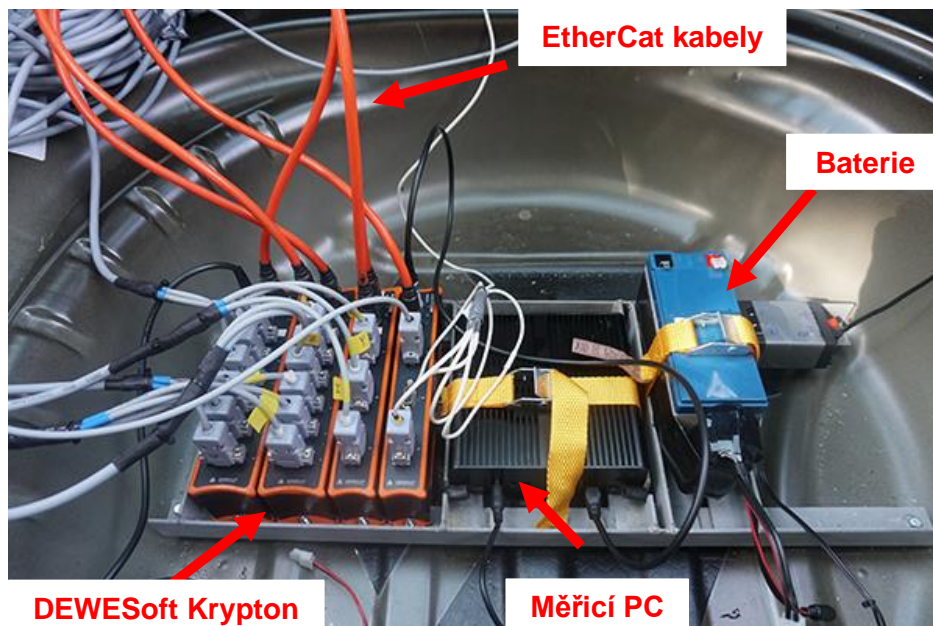
1. Funkce pro záznam údajů EDR společně s protikusem CDR;
2. Referenční měřicí zařízení DEWESoft Krypton, PicDAQ5, soustava kamer aj., jejichž výstupy lze srovnávat s daty EDR.

Mimo tyto jednotky byla vozidla osazena figurínami se zabudovanými akcelerometry. Konkrétně pak figurínou dospělého řidiče – 50 % muž, 6letého dítěte v dětské sedačce a psa v bezpečnostním postroji.

### 6.1.2.1 DEWESoft Krypton

Tato měřicí soustava se skládá z měřicí DAQ ústředny Krypton a zdroje energie této soustavy (12 V článková baterie), tříosých akcelerometrů společností Kistler a Measurement Specialities, potenciometrů značky Micro-Epsilon, siloměru bezpečnostního pásu rovněž společnosti Measurement Specialities a speciálně upraveného měřicího počítače. Celá soustava byla připevněna k železné konstrukci a fixně přimontována ke karoserii vozidla, kompletní sestava zobrazena na Obrázku 36. [25]

Ústředna byla využita ve dvou provedeních – dva kusy 3xSTG a dva kusy 6xSTG. Tím bylo zajištěno zapojení až 18 kanálů, kdy byla měřicí frekvence u každého až 20 kHz. EtherCAT kabely a EtherCAT protokol zprostředkovávaly komunikaci a přenos dat mezi ústřednou a počítačem, kde kabel sloužil rovněž pro přenos elektrické energie. Modulární provedení umožnilo rozdělení ústředny, čímž byly vytvořeny dvě na sobě nezávislé měřicí soustavy. [25]



Obrázek 36: Zapojení a upevnění měřicí soustavy [25]

### 6.1.2.2 Měřicí zařízení PicDAQ5

Jednotka PicDAQ5 (Obrázek 37) je určena pro záznam dynamických dat, kde je pohyb popsán pomocí zrychlení a úhlové rychlosti, ty jsou měřeny ve třech osách x, y, z. Jednotlivé



kanály (celkem 15) mají uživatelsky nastavitelnou vzorkovací frekvenci až 1kHz. Pro tuto platformu nebylo potřeba žádného zdroje energie a zaznamenané hodnoty bylo možné přenést přímo ze zařízení do počítače pomocí propojovacího kabelu USB. Vliv sil působících na jednotku byl rovněž eliminován pevným upevněním k testovanému vozidlu. [84]



Obrázek 37: Zařízení PicDAQ a jeho upevnění ve vozidle [25]

### 6.1.2.3 Další měřicí zařízení

Mimo řešené nástroje byla využita řada dalších zařízení. Pro geodetické zaměřování původních a ponárazových poloh vozidel totální stanice Topcon GPT-7003i, pro účely laserového skenování deformací po testech fázový skener FARO Focus, pro pozemní fotogrammetrickou dokumentaci digitální fotoaparát Nikon D600 a Sony A6000, a pro leteckou fotogrammetrii bezpilotní prostředek DJI Phantom 4 Pro.

Záznam crash testu byl zajištěn čtyřmi vysokorychlostními kamerami o minimálním rozlišení 720p (1280x720px) s rychlostí snímání 500 fps. [25]

### 6.1.3 Popis crash testu

Samotný crash test simuloval hromadnou havárii, zúčastnila se ho všechna zmíněná vozidla. Při tomto testu byla využita hlavní výhoda areálu, tedy možnost dosažení vysoké rychlosti, ta byla v době nárazu 116,1 km/h [ $\pm$  4 km/h].

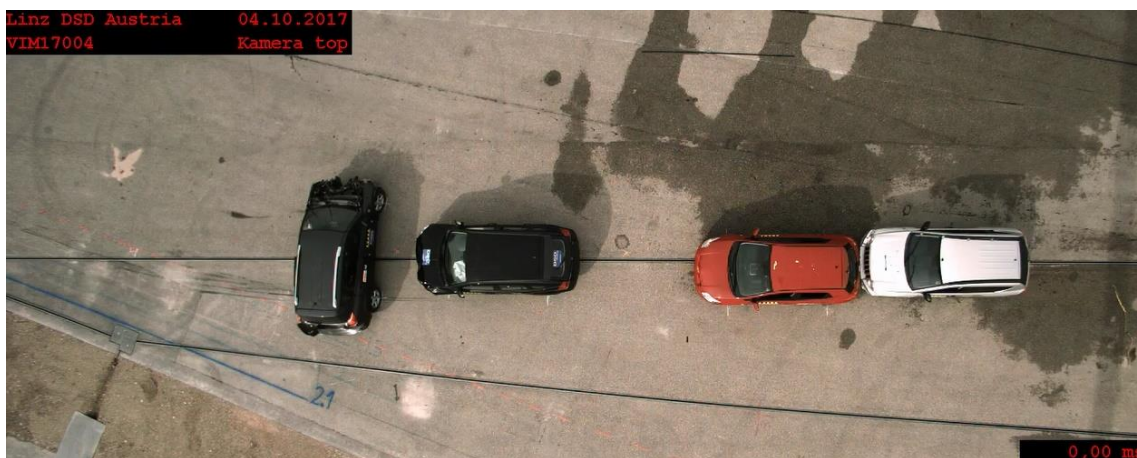
Výchozí poloha vozidel je patrná na Obrázku 38, kde jediným pohybujícím se vozidlem bylo vozidlo Jeep Compass, které čelně naráželo rychlostí 116,1 km/h do vozidla Toyota Auris. Část kinetické energie pohybujícího se vozidla byla pohlcena v deformačních zónách obou vozidel, část způsobila pohyb Toyoty Auris ve směru jízdy. Tento jev byl pozorován i při dalším nárazu, tentokrát vozidla Toyota Auris do podélně stojícího vozidla Dodge Caliber,

kteřá od sebe byla vzdálena 3 m. Poslední událostí byl náraz vozidla Dodge Caliber do 1,2 m vzdáleného, příčně umístěného vozidla Toyota RAV4.



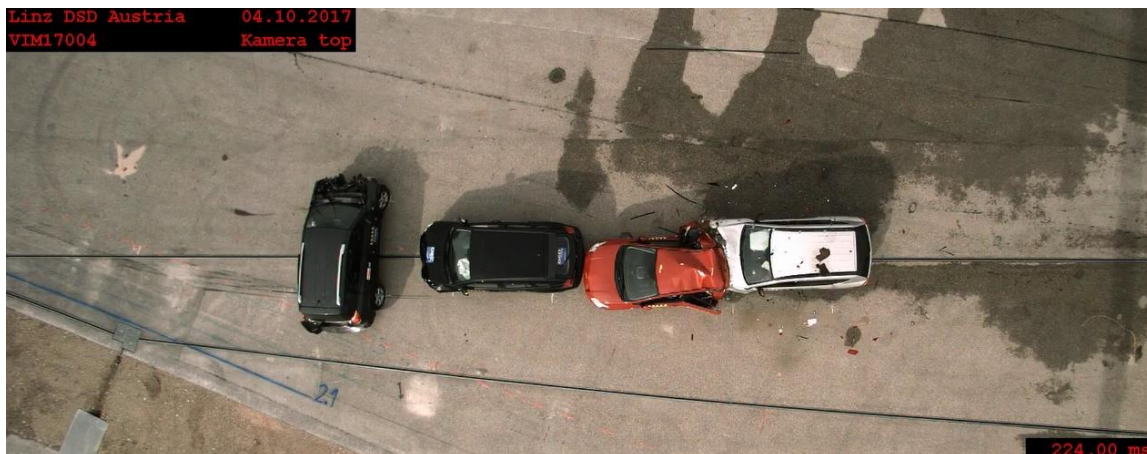
Obrázek 38: Výchozí polohy vozidel [25]

Následující obrázky jsou rozfázováním nehodové události na jednotlivé úseky dle chronologického pořadí. Na prvním záběru je zobrazen prvotní náraz, a tedy náraz Jeep Compass do zádí vozu Toyota Auris. Tato událost byla startovacím okamžikem celého děje, jednalo se tedy o počátek časového odpočtu.



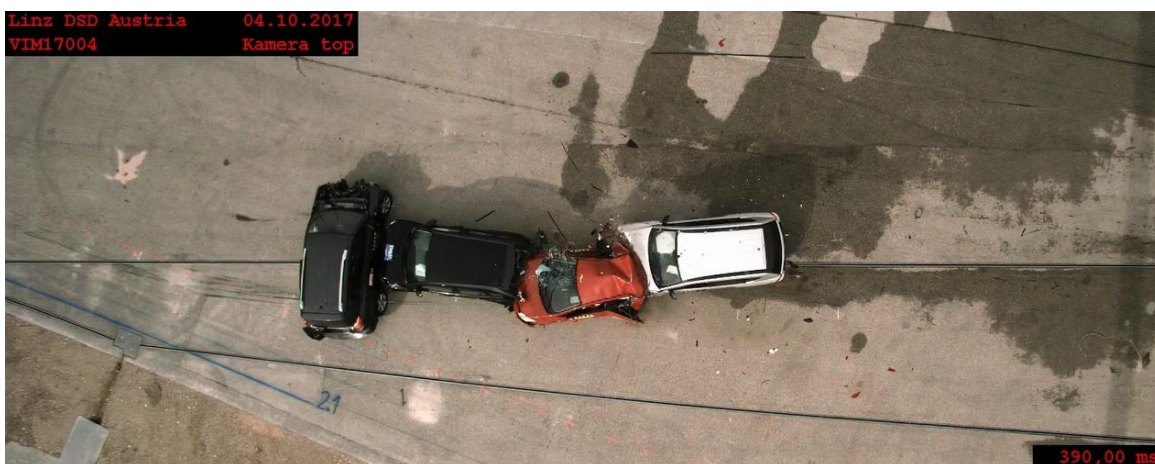
Obrázek 39: Stav v čase 0 ms, prvotní náraz

Krátce po prvotním nárazu byl aktivován airbag vozidla Jeep Compass, jak je patrné na Obrázku 40. Tento náraz byl pro Toyotu Auris devastující, u tohoto vozidla došlo k největšímu poškození. Na následujícím obrázku je zobrazen stav v čase 224 ms po prvotním nárazu, zde již dochází k nárazu Toyoty Auris do vozidla Dodge Caliber. Je patrné i mírné vychýlení Toyoty Auris od přímého směru jízdy, respektive vozidlo lehce zatočilo doleva. To bylo způsobeno postavením Toyoty Auris, kde vozidlo nebylo v dokonalém zákrytu Jeepu Compass.



Obrázek 40: Stav v čase 224 ms

Poslední snímek zobrazuje náraz vozidla Dodge Caliber do příčně postavené Toyoty RAV4. K této události došlo v čase 390 ms od prvotního nárazu. Vozidla byla použita při předchozím testování, neboť tato zkouška nebyla jedinou v rámci projektu VIMOT 4U, a proto lze pozorovat deformace vozidel, která reprezentují již dříve poškozená vozidla na místě dopravní nehody. U Dodge byl již aktivován přední airbag, nicméně po nárazu došlo k aktivaci bočních airbagů u vozidla Toyota RAV4. Bylo zde rovněž patrné vychýlení Dodge, tentokrát však doprava od přímého směru jízdy, opět z důvodu nárazu spíše do levé části zádě vozidla.



Obrázek 41: Stav v čase 390 ms

Vzhledem k povaze testu byla testovaná vozidla ještě dlouho v pohybu. Konečné polohy vozidel jsou patrné na Obrázku 42.

Pro měření potřebných dat byla využita ústředna Krypton, která byla rozdělena na dva nezávislé měřicí systémy, jeden ve voze Jeep, druhý v Toyotě Auris. PicDAQ5 bylo

umístěno ve vozidle Dodge a vzhledem k vyřazení EDR z činnosti (následkem předchozího testování) nebylo ve vozidle Toyota RAV4 umístěno žádné měřicí zařízení. [25]



Obrázek 42: Konečné polohy vozidel [25]

## 6.2 Analýza CDR protokolu

Pro analýzu protokolu byl vybrán CDR protokol získaný z vozidla Jeep Compass. Rozhodujícím faktem pro výběr právě tohoto protokolu byla skutečnost, že zapříčiněním nešťastných okolností nebylo možné vyčíst data z jednotky Krypton vozidla Toyota Auris. Při nárazu bylo totiž přerušeno spojení baterie a ústředny, a tak nebylo možné porovnávat data EDR s ekvivalentními hodnotami jinak naměřenými. U vozidla Dodge a zařízení PicDAQ5 byla získaná data příliš zašuměna, tedy i toto vozidlo bylo vyloučeno. [25]

Data byla získána prostřednictvím komunikační cesty sériového připojení k diagnostickému komunikačnímu portu vozidla, tedy přes DLC konektor.

Protokol CDR o 19 stranách obsahuje blok úvodních informací, datových omezení, informace o konfiguraci systému v době načítání dat, data z okamžiku nárazu, předehodová data, jejich grafická zobrazení a blok hexadecimálních dat. Protokol byl zpracován verzí softwaru 17.3.

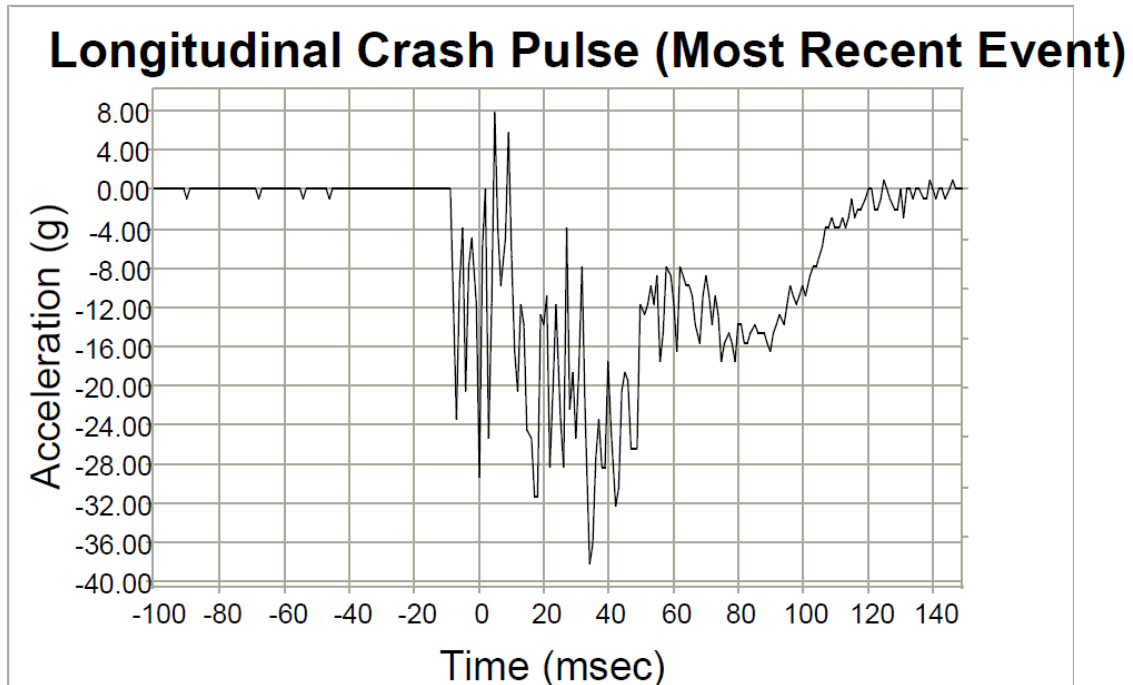
Pro správnou interpretaci EDR dat je třeba nejprve zkontrolovat blok datových omezení. Ten obsahuje upozornění, kde je kladen důraz na opatrnou manipulaci s ACM při zvolení metody D2M pro vyčtení nehodových dat a dále definuje čekací dobu (2 minuty) při odpojení napájení od ACM při následné manipulaci, aby tak nedošlo k zaznamenání nových událostí do ACM/EDR. Další důležité informace v tomto bloku obsahuje Tabulka 7, která definuje použití kladného znaménka pro datové prvky, které jsou ve zprávě použity. Veškeré směrové odkazy jsou z pohledu řidiče, který sedí ve vozidle ve směru jízdy dopředu. Pro

příklad lze uvést podélné zrychlení, kde je kladný směr dopředu, boční zrychlení, kde je kladný směr zleva doprava a vstup řízení, kde je kladný směr otáčení volantů ve směru hodinových ručiček. Datová omezení dále, vyjma obecných informací o datových prvcích, neobsahují žádné informace, které by bylo třeba v následné analýze zohlednit.

Tabulka 7: Použití kladného znaménka pro jednotlivé datové prvky

Data Element Name	Positive Sign Notation Indicates
Longitudinal Acceleration	Forward
Delta-V, Longitudinal	Forward
Maximum Delta-V, Longitudinal	Forward
Lateral Acceleration	Left to Right
Delta-V, Lateral	Left to Right
Maximum Delta-V, Lateral	Left to Right
Steering Input*	Steering wheel turned counter clockwise
Angular Rate	Left to Right Rotation Clockwise rotation around the longitudinal axis
Yaw Rate**	Counter clockwise rotation

Průběh nehodového děje byl zobrazen hned několika variantami. Grafická verze zobrazuje nárazový impuls podélného zrychlení poslední zaznamenané události, znázorněný zrychlením v závislosti na čase (Obrázek 43), kde je patrné největší záporné zrychlení - 38,24 g v okamžiku 34 ms po nárazu. Grafická interpretace je rovněž zobrazena i v tabulkách, kde je každé milisekundě přiřazena hodnota podélného zrychlení (Obrázek 44).



Obrázek 43: Nárazový impuls podélného zrychlení

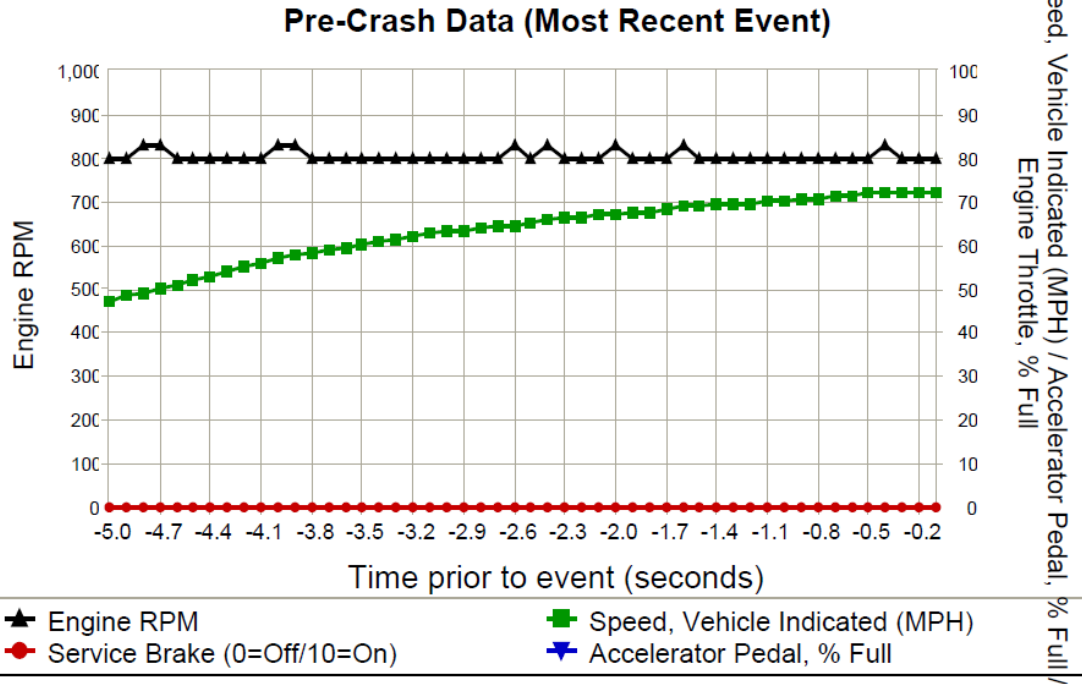
Time (msec)		Longitudinal Acceleration (g)		Time (msec)		Longitudinal Acceleration (g)		Time (msec)		Longitudinal Acceleration (g)		Time (msec)		Longitudinal Acceleration (g)	
-100	0.00	-50	0.00	0	-29.41	50	-11.76	100	-9.80						
-99	0.00	-49	0.00	1	-5.88	51	-12.75	101	-10.78						
-98	0.00	-48	0.00	2	0.00	52	-11.76	102	-8.82						
-97	0.00	-47	0.00	3	-25.49	53	-9.80	103	-7.84						
-96	0.00	-46	-0.98	4	-11.76	54	-11.76	104	-7.84						
-95	0.00	-45	0.00	5	7.84	55	-8.82	105	-6.86						
-94	0.00	-44	0.00	6	-3.92	56	-17.65	106	-5.88						
-93	0.00	-43	0.00	7	-9.80	57	-14.71	107	-3.92						
-92	0.00	-42	0.00	8	-4.90	58	-7.84	108	-3.92						
-91	0.00	-41	0.00	9	5.88	59	-8.82	109	-2.94						
-90	-0.98	-40	0.00	10	-8.86	60	-11.76	110	-3.92						
-89	0.00	-39	0.00	11	-16.67	61	-16.67	111	-3.92						
-88	0.00	-38	0.00	12	-20.59	62	-7.84	112	-2.94						
-87	0.00	-37	0.00	13	-11.76	63	-8.82	113	-3.92						
-86	0.00	-36	0.00	14	-13.73	64	-9.80	114	-2.94						
-85	0.00	-35	0.00	15	-24.51	65	-9.80	115	-0.98						
-84	0.00	-34	0.00	16	-25.49	66	-10.78	116	-2.94						
-83	0.00	-33	0.00	17	-31.37	67	-13.73	117	-1.96						
-82	0.00	-32	0.00	18	-31.37	68	-15.69	118	-1.96						
-81	0.00	-31	0.00	19	-12.75	69	-10.78	119	-0.98						
-80	0.00	-30	0.00	20	-13.73	70	-8.82	120	0.00						
-79	0.00	-29	0.00	21	-10.78	71	-10.78	121	0.00						
-78	0.00	-28	0.00	22	-28.43	72	-13.73	122	-1.96						
-77	0.00	-27	0.00	23	-20.59	73	-10.78	123	-1.96						
-76	0.00	-26	0.00	24	-11.76	74	-12.75	124	-0.98						
-75	0.00	-25	0.00	25	-23.53	75	-17.65	125	0.98						
-74	0.00	-24	0.00	26	-28.43	76	-15.69	126	0.00						
-73	0.00	-23	0.00	27	-3.92	77	-14.71	127	-0.98						
-72	0.00	-22	0.00	28	-22.55	78	-15.69	128	-1.96						
-71	0.00	-21	0.00	29	-18.63	79	-17.65	129	-1.96						
-70	0.00	-20	0.00	30	-25.49	80	-13.73	130	0.00						
-69	0.00	-19	0.00	31	-18.63	81	-13.73	131	-2.94						
-68	-0.98	-18	0.00	32	-7.84	82	-15.69	132	0.00						
-67	0.00	-17	0.00	33	-22.55	83	-15.69	133	0.00						
-66	0.00	-16	0.00	34	-38.24	84	-14.71	134	-0.98						
-65	0.00	-15	0.00	35	-36.27	85	-13.73	135	0.00						
-64	0.00	-14	0.00	36	-27.45	86	-14.71	136	0.00						
-63	0.00	-13	0.00	37	-23.53	87	-14.71	137	-0.98						
-62	0.00	-12	0.00	38	-28.43	88	-14.71	138	-0.98						
-61	0.00	-11	0.00	39	-28.43	89	-15.69	139	0.98						
-60	0.00	-10	0.00	40	-17.65	90	-16.67	140	0.00						
-59	0.00	-9	0.00	41	-24.51	91	-14.71	141	-0.98						
-58	0.00	-8	-11.76	42	-32.35	92	-13.73	142	0.00						
-57	0.00	-7	-23.53	43	-30.39	93	-12.75	143	0.00						
-56	0.00	-6	-9.80	44	-20.59	94	-13.73	144	-0.98						
-55	0.00	-5	-3.92	45	-18.63	95	-11.76	145	0.00						
-54	-0.98	-4	-20.59	46	-19.61	96	-9.80	146	0.98						
-53	0.00	-3	-7.84	47	-28.47	97	-10.78	147	0.00						
-52	0.00	-2	-4.90	48	-26.47	98	-11.76	148	0.00						
-51	0.00	-1	-11.76	49	-26.47	99	-10.78	149	0.00						

Obrázek 44: Tabulková interpretace hodnot zrychlení

Druhým grafickým výstupem protokolu jsou přednehodová data poslední zaznamenané události (Obrázek 45), který zobrazuje více parametrů v časovém intervalu – 5 s až 0 s, kde 0 s představuje okamžik nárazu. Výstup obsahuje informace o otáčkách motoru, rychlosti v [MPH], provozní brzdě a plynovém pedálu, respektive jeho stlačení. Tyto hodnoty jsou rovněž v tabulkovém provedení, který umožňuje snadné vyčtení konkrétních hodnot. Za zmínku nepochybně stojí změna rychlosti z 47 MPH (76 km/h) v čase – 5 s na 72 MPH (116 km/h) v čase nula. Provozní brzda byla vypnuta, tedy brzdový pedál nebyl bezprostředně před nehodou stlačen.

V tabulkách CDR protokolu jsou uvedeny další přednehodové informace, u Jeepu Compass byl vyčten stav kontrolky ABS a ESP, kdy u ABS byl stav „vypnuto“, u ESP stav „zapnuto“ po celou dobu přednehodového záznamu.

Závěrečná část zprávy patří bloku hexadecimálních dat. Jde o data, která byla přeložena do tabulkových a grafických formátů, nicméně mohou se zde objevovat i data, která programem CDR není možné načíst, a tak nebyla přeložena.



SNA values will not be plotted on the graph

Obrázek 45: Přednehodová data

### 6.3 Zpracování dat

Pro datovou komparaci byly záměrně vybrány datové sady zrychlení, které působilo na vozidlo Jeep Compass. První sadou jsou data z CDR protokolu, druhou data zaznamenaná měřicí soustavou Krypton. Samotné zpracování dat bylo uskutečněno v prostředí softwaru National Instruments LabView, v programu DIAdem. [25]

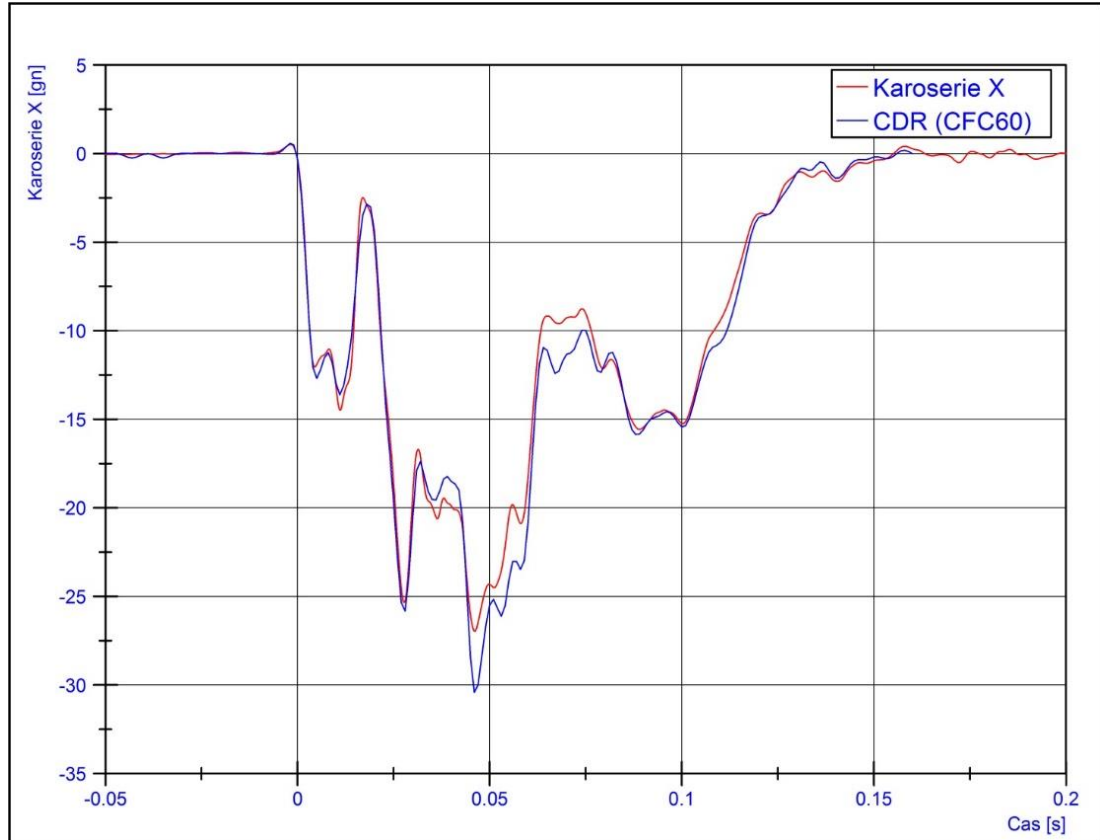
Po úspěšném exportu datových sad z jednotky EDR a exportu z datového úložiště měřicí soustavy prostřednictvím programu DEWESoft X2 byla data nahrána do programu DIAdem. V první fázi zpracování dat z akcelerometrů bylo třeba vybrat podstatný úsek datového intervalu a dále pak tato data offsetovat, jinými slovy přičíst či odečíst konstantní hodnotu, která představuje odchylku od nulové hodnoty ve chvíli, kdy je měřený objekt v klidu, a tedy je měřená hodnota rovna nule. Pro odstranění šumu byl použit filtr CFC60. Datová sada z protokolu CDR nevyžadovala přílišné úpravy, jediným krokem ve zpracování bylo použití filtru CFC60 se záměrem odstranění šumu. Po úpravě byly křivky zrychlení vloženy do výsledného grafu (Obrázek 46). [25]

Co se diagnostiky týče, po crash testu byly indikovány závady pouze u vozidla Toyota Auris, k systémům ostatních vozidel se diagnostice nepodařilo připojit. U Toyoty Auris se konkrétně jednalo o závady:

- Závady C0365, C1332, C1333 a C1267 v systému ABS – typ 1/2;
- Závady B1421, B1423 a B1424 v systému Jednotka klimatizace;
- Závady B1831, B1836, B1901 a B1906 v systému Airbag;
- Závady B1412 a B1423 v systému Jednotka klimatizace;
- Závady B2416 a B2452 v systému Automatická regulace dosahu světlometů. [25]

#### 6.4 Srovnání zaznamenaných hodnot

Výsledný graf je grafem zrychlení karoserie vozidla Jeep Compass při frekvenci 1 000 Hz v závislosti na čase. Výsledky ukazují relativně dobrou shodu mezi porovnávanými křivkami, kde každá reprezentuje jinou metodu záznamu dat. Jsou zde patrná určitá datová omezení, respektive odchylky, a to konkrétně ve dvou oblastech grafu. I přes tento fakt lze hodnotám získaným z palubních EDR ve vozidle přiřadit vysokou míru důvěryhodnosti, a to na základě obdobného průběhu křivky s křivkou reprezentující údaje naměřené sofistikovanými nástroji.



Obrázek 46: Porovnání údajů CDR a nezávislého měření (Krypton) u vozidla Jeep [25]



## 7 Závěr

Problematika záznamníků nehodových dat je v evropském prostředí aktuálně značně diskutovaným tématem, oproti tomu ve Spojených státech amerických data EDR již po několik desetiletí napomáhají vyšetřování příčin dopravních nehod. Použitím dat získaných z EDR jednotek je možné dosáhnout nových výsledků v rámci analýzy dopravních nehod, neboť obsahují přesné informace o kolizi, a tak mohou konkurovat dosud užívaným tradičním metodám rekonstrukce dopravních nehod.

Technologie EDR je užitečným podpůrným nástrojem pro vyšetřovatele dopravních nehod, nicméně existují další odvětví, kde lze pozorovat přínos implementace těchto jednotek. Za zmínku stojí užití záznamníků nehodových dat v trestním řízení, kde data získaná z vozidel kolize zúčastněných mohou být užita k potvrzení, nebo vyvrácení prohlášení účastníků nehod. Rovněž z psychologického hlediska lze předpokládat přínos, ať už pro vyšetřovatele, kteří získají informace o chování řidičů, tak pro řidiče samotné, kdy podvědomí o monitorování jejich reakcí může vést ke zvýšení pozornosti a rozvážnosti.

Bakalářská práce poskytuje podrobnou analýzu technického vývoje záznamníků nehodových dat, stejně tak jako analýzu rešerše legislativního rámce z amerického i evropského prostředí. Dále je představena technologie EDR a nástroje pro vyčítání EDR dat včetně odlišných způsobů získání a struktury obdržených informací. Co se týče technologie diagnostiky, lze tímto způsobem získat cenná data o technickém stavu vozidla, nicméně pokud hovoříme o datech nehodových, diagnostické nástroje nepřinášejí až tak užitečné informace, které by následně mohly být uplatněny při rekonstrukci nehody. To lze pozorovat i u provedené nárazové zkoušky z praktické části, kde ve většině případů nebylo možné získat data o závadách automobilů.

Výsledky srovnání dat EDR a dat získaných referenční soustavou z praktické části ukázaly, že data EDR lze považovat za důvěryhodný zdroj informací. Mohou hrát důležitou roli při rekonstrukci nehodového děje a následném vypracování znaleckého posudku. Při takové analýze je však třeba brát v úvahu některé faktory a nedostatky, jako jsou chybějící, případně neinterpretovaná data, která mohou ovlivnit kvalitu důkazů. Je proto třeba, aby vyšetřovatel při rekonstrukci nehody zvážil i další okolnosti a důkazy a následně použil patřičné forenzní postupy.

## 8 Zdroje

- [1] *Platforma VIZE 0* [online]. [cit. 2019-08-03]. Dostupné z: <https://www.platformavize0.cz/>
- [2] *Road accident investigation guidelines for road engineers* [online]. In: TECHNICAL COMMITTEE 3.1 ROAD SAFETY. 2013 [cit. 2019-08-04]. ISBN 978-2-84060-321-4. Dostupné z: <https://www.piarc.org/ressources/publications/7/19602,2013R07-EN.pdf>
- [3] VÉMOLA, Aleš. *Diagnostika automobilů I*. Brno: Littera, 2005. ISBN 978-80-85763-31-7.
- [4] VÉMOLA, Aleš. *Diagnostika automobilů II*. Brno: Littera, 2006. ISBN 808576332x.
- [5] OBD (On Board Diagnostic). *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/obd-on-board-diagnostic/>
- [6] ŠTĚRBA, Pavel, Jiří ČUPERA a Adam POLCAR. *Automobily*. Brno: Avid, 2011. ISBN 9788087143193.
- [7] OBD2 system: History, description and future. *OBD II ELM 327* [online]. [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <https://obd2-elm327.com/obd2-system-history-description-and-future>
- [8] VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. 2. vyd. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., 2005. ISBN 8023937170.
- [9] KOČÍ, Petr. *Diagnostika a testování automobilů: učební text: studijní materiály pro studijní program Mechatronika*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2609-7.
- [10] LYONS, Allen a Michael MCCARTHY. *Transitioning Away from Smog Check Tailpipe Emission Testing in California for OBD II Equipped Vehicles* [online]. California, 2009 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: [https://www.arb.ca.gov/msprog/smogcheck/march09/transitioning\\_to\\_obd\\_only\\_im.pdf](https://www.arb.ca.gov/msprog/smogcheck/march09/transitioning_to_obd_only_im.pdf)
- [11] *HaslerRail history: At a glance* [online]. [cit. 2018-11-16]. Dostupné z: <https://www.haslerrail.com/company/at-a-glance/>
- [12] FLAMAN, Nicolas Charles Eugene. *Apparatus for Indicating and Recording Speed*. 1901. United States. US686935. Uděleno 27. 7. 1900. Zapsáno 19. 11. 1901.

- [13] CALVERT, J. B. Railways: History, Signalling, Engineering: Speed Recorders. *Le Crocodile* [online]. 2004, 22. 5. 2004 [cit. 2018-11-16]. Dostupné z: <http://mysite.du.edu/~jcalvert/railway/croco.htm#Spee>
- [14] A Brief History of Event Data Recorders - In Trains, Planes, Vessels & Cars. *Black Box Recovery* [online]. 2018, 24. 1. 2018 [cit. 2018-11-16]. Dostupné z: <https://www.blackboxrecovery.com/blog/2018/1/24/a-brief-history-of-event-data-recorders-in-trains-planes-vessels-cars>
- [15] ENGBER, Daniel. Who Made That?: Who Made That Black Box?. *The New York Times Magazine*. 2014. Dostupné také z: <https://www.nytimes.com/2014/04/06/magazine/who-made-that-black-box.html>
- [16] Aircraft Electronics + Electrical Systems: Flight data and cockpit voice recorders. *Industrial-Electronics.com* [online]. [cit. 2018-11-17]. Dostupné z: [http://www.industrial-electronics.com/aircraft\\_18.html](http://www.industrial-electronics.com/aircraft_18.html)
- [17] Voyage Data Recorders. *International Maritime Organization* [online]. [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <http://www.imo.org/en/ourwork/safety/navigation/pages/vdr.aspx>
- [18] ASKLAND, Andrew. The Double Edged Sword that is the Event Data Recorder. *Temple Environmental Law and Technology Journal*. 2006, 25(1). Dostupné také z: <https://law.bepress.com/expesso/eps/1255/>
- [19] Vetronix launches Crash Data Retrieval (CDR) System. *Underhood Service*. 2000.
- [20] CHIDESTER, Augustus B., John HINCH a Thomas A. ROSTON. *Real World Experience with Event Data Recorders*. 2001. Dostupné také z: [https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/real\\_world\\_experience\\_with\\_event\\_data\\_recorders.pdf](https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/real_world_experience_with_event_data_recorders.pdf)
- [21] CHIDESTER, Augustus B., John HINCH, Thomas C. MERCER a Keith S. SCHULTZ. Recording Automotive Crash Event Data. *International Symposium on Transportation Recorders*. Arlington, Virginia, 1999. Dostupné také z: <https://one.nhtsa.gov/cars/problems/studies/record/chidester.htm>
- [22] Special Crash Investigations (SCI). *NHTSA* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.nhtsa.gov/research-data/special-crash-investigations-sci>
- [23] National Automotive Sampling System (NASS). *NHTSA* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.nhtsa.gov/research-data/national-automotive-sampling-system-nass>

- [24] 49 CFR 563 - Event Data Recorders. In: *NHTSA*. United States: Office of the Federal Register, Government Publishing Office, 2011. Dostupné také z: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2018-title49-vol6/xml/CFR-2018-title49-vol6-part563.xml>
- [25] *Roční zpráva za rok 2017 projektu: Vývoj inovativní metody k odhalování trestných činů v silniční dopravě s využitím elektronických nehodových dat*. 2018.
- [26] Crash Injury Research (CIREN). *National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: [https://one.nhtsa.gov/Research/Crash-Injury-Research-\(CIREN\)](https://one.nhtsa.gov/Research/Crash-Injury-Research-(CIREN))
- [27] *Use of Event Data Recorder (EDR) Technology for Highway Crash Data Analysis* [online]. Washington, D.C: Transportation Research Board, 2005 [cit. 2019-02-18]. DOI: 10.17226/21974. ISBN 978-0-309-43147-7.
- [28] TRUCKS AND BUS EVENT DATA WORKING GROUP. *Event Data Recorders: Summary of Findings by the NHTSA EDR Working Group; Volume II, Supplemental Findings for Trucks, Motorcoaches, and School Buses* [online]. Washington, DC, 2002 [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: [https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/nhtsa\\_edrtruckbusfinal.pdf](https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/nhtsa_edrtruckbusfinal.pdf)
- [29] NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. *FMVSS No. 405: Event Data Recorders (EDRs)*. 2012.
- [30] Accident Data Recorder. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-06-20]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Accident\\_data\\_recorder](https://en.wikipedia.org/wiki/Accident_data_recorder)
- [31] Use of Event Data Recorder (EDR) Technology for Roadside Crash Data Analysis. *The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine* [online]. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <https://apps.trb.org/cmsfeed/TRBNetProjectDisplay.asp?ProjectID=450>
- [32] *Traffic Accident Reconstruction: Current List of Vehicles with an Event Data Recorder* [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <http://harristechnical.com/>
- [33] KAHANE, Charles J. *A Preliminary Comparison of Seat Belt Use Coded in Crash Databases and Reported by Event Data Recorders* [online]. 2018 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/812529>
- [34] Vetronix Diagnostic Products. *ETAS* [online]. [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: [https://www.etas.com/en/vetronix\\_diagnostic\\_products.php](https://www.etas.com/en/vetronix_diagnostic_products.php)

- [35] RUTH, Rick. *State of EDR in the US CDR Update Oct 2018: CDR Software Level 17.9 PSP*. 2018.
- [36] SAPPER, Deborah, Henry CUSACK a Lisa STAES. *Evaluation of Electronic Data Recorder for Incident Investigation, Driver Performance, and Vehicle Maintenance* [online]. 2009 [cit. 2019-06-24]. Dostupné z: <https://www.nctr.usf.edu/pdf/77808.pdf>
- [37] *IEEE - Advancing Technology for Humanity: About IEEE* [online]. [cit. 2019-06-24]. Dostupné z: <https://www.ieee.org/about/index.html>
- [38] World's First Motor Vehicle 'Black Box' Standard Created at IEEE: Standardized Event Data Recorders for Crashes Promise to Improve Highway Safety. In: *IEEE* [online]. 2004 [cit. 2019-06-25]. Dostupné z: [https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/pr\\_1616.pdf](https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/pr_1616.pdf)
- [39] IEEE 1616. *IEEE 1616-2004: IEEE Standard for Motor Vehicle Event Data Recorder (MVEDR)*. 02/10/2005.
- [40] IEEE 1616A. *IEEE 1616A-2010: IEEE Standard for Motor Vehicle Event Data Recorders (MVEDRs) Amendment 1: MVEDR Connector Lockout Apparatus (MVEDRCLA)*. 05/07/2010.
- [41] About SAE International. *SAE International* [online]. 2019 [cit. 2019-06-25].
- [42] 49 CFR. *Code of Federal Regulations: 49 Transportation*. 01/10/2008.
- [43] *SAE International: Event Data Recorder J1698\_201703* [online]. [cit. 2019-06-26]. Dostupné z: [https://www.sae.org/standards/content/j1698\\_201703/](https://www.sae.org/standards/content/j1698_201703/)
- [44] Heavy Vehicle Event Data Recorder (HVEDR) Standard - Tier 1. *SAE International* [online]. [cit. 2019-06-26]. Dostupné z: [https://www.sae.org/standards/content/j2728\\_201006/](https://www.sae.org/standards/content/j2728_201006/)
- [45] Driver Privacy Act of 2015. *Workplace Privacy, Data Management & Security Report* [online]. 2015 [cit. 2019-06-26]. Dostupné z: <https://www.workplaceprivacyreport.com/2015/12/articles/workplace-privacy/driver-privacy-act-of-2015/>
- [46] Privacy of Data from Event Data Recorders: *State Statutes. National Conference of State Legislatures* [online]. 2018 [cit. 2019-06-26]. Dostupné z: <http://www.ncsl.org/research/telecommunications-and-information-technology/privacy-of-data-from-event-data-recorders.aspx>

- [47] FRISONI, Roberta, Francesco DIONORI, Lorenzo CASULLO, Christoph VOLLATH, Michele TAVANI, Louis DEVENISH, Davide RANGHETTI a Federico SPANO. *Technical Development and Implementation of Event Data Recording in the Road Safety Policy: Study* [online]. Brussels, 2014 [cit. 2019-06-30]. Dostupné z: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2014/529071/IPOL\\_STU%282014%29529071\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2014/529071/IPOL_STU%282014%29529071_EN.pdf)
- [48] *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (obecné nařízení o ochraně osobních údajů)*. Praha: Verlag Dashöfer, [2018]. ISBN 978-80-87963-54-8.
- [49] *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 661/2009 ze dne 13. července 2009 o požadavcích pro schvalování typu motorových vozidel, jejich přípojných vozidel a systémů, konstrukčních částí a samostatných technických celků určených pro tato vozidla z hlediska obecné bezpečnosti*. [2009]. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0661&from=en>
- [50] BOT, Hans. EDR in Europe: Latest update about the new General Safety Regulation. *Eudarts-group* [online]. 2019 [cit. 2019-07-09]. Dostupné z: <https://www.eudarts-group.com/edr-in-europe>
- [51] Rada pro konkurenceschopnost, 29. a 30. listopadu 2018: Hlavní výsledky. *European Council* [online]. 2018 [cit. 2019-07-09]. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/cs/meetings/compet/2018/11/29-30/>
- [52] Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on type-approval requirements for motor vehicles and their trailers, and systems, components and separate technical units intended for such vehicles, as regards their general safety and the protection of vehicle occupants and vulnerable road users, amending Regulation (EU) 2018/... and repealing Regulations (EC) No 78/2009, (EC) No 79/2009 and (EC) No 661/2009. In: *Council of the European Union*. Brussels, 2018, 14467/18. Dostupné také z: <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14467-2018-INIT/en/pdf>
- [53] Committee on the Internal Market and Consumer Protection: \*\*\*I Draft Report. In: *European Parliament*. 2018, 2018/0145(COD). Dostupné také z: [http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/IMCO-PR-629496\\_EN.pdf?redirect](http://www.europarl.europa.eu/doceo/document/IMCO-PR-629496_EN.pdf?redirect)

- [54] Procedure 2018/0145/COD. EUR-Lex: Access to European Union law [online]. [cit. 2019-07-10]. Dostupné z: [https://eur-lex.europa.eu/procedure/EN/2018\\_145](https://eur-lex.europa.eu/procedure/EN/2018_145)
- [55] HOUCK, Max M. *Forensic engineering*. London: Elsevier/Academic Press, [2017]. Advanced forensic science series. ISBN 978-0128027189.
- [56] LÁNSKÝ, Milan a Jan MAZÁNEK. *Diagnostika a informační diagnostické systémy I*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1998. ISBN 80-7194-155-7.
- [57] Autoelektrika - diagnostika automobilů. *Autoelektrika Čaboun* [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <http://www.aditus.cz/ae/autoelektrika-diagnostika.htm>
- [58] Diagnostika elektronických systémů. *Diagnostika elektronických systémů - ContiTrade, BestDrive* [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://bestdrive.cz/sluzby/diagnostika-elektronickyh-systemu.html>
- [59] ŠTĚRBA, Pavel a Jiří ČUPERA. *Autoelektronika: elektronické systémy ve vozidlech, jejich propojení, diagnostika, základní nastavení, seřízení a ovlivnění jejich funkce*. Brno: Computer Press, 2010. Rady a tipy pro řidiče (Computer Press). ISBN 9788025124147.
- [60] OBD Tester - complete OBD 2 diagnostic solution. *OBDDtester.com* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.obdtester.com/obdtester>
- [61] PETERMAN, David Randall a Bill CANIS. "Black Boxes" in Passenger Vehicles: Policy Issues [online]. July 22, 2014 [cit. 2019-07-18]. Dostupné z: <https://fas.org/sqp/crs/misc/R43651.pdf>
- [62] CORREIA, Joe T., Ken A. ILIADIS, Ed S. MCCARRON a Mario A SMOLEJ. *UTILIZING DATA FROM AUTOMOTIVE EVENT DATA RECORDERS* [online]. London, Ontario, 2001 [cit. 2019-07-19]. Dostupné z: <http://www.hbc-consulting.com/docs/EDRs.pdf>
- [63] ANDREWS, Dennis F. a Rudy LIMPET. *ELECTRONIC CONTROL MODULE DATA IN LARGE TRUCK COLLISION ANALYSIS* [online]. PC Brake, 2013 [cit. 2019-07-19]. Dostupné z: <http://www.pcbrakeinc.com/epub/PCB%201-2013f.pdf>
- [64] KIUCHI, Toru, Yuichi MOTOMURA, Hitoshi MATSUMOTO a Kunihiro MASHIKO. *Pilot Study on Advanced Automatic Collision Notification and Helicopter Emergency Medical Service System in Japan* [online]. Japan [cit. 2019-07-19]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/687f/626e33b604e950f2bf2b6b9bf84999026578.pdf>

- [65] KEAN, Steven T. *Event Data Recorder: An Overview* [online]. Virginia, 2015 [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: [https://cdn.ymaws.com/mcaamn.org/resource/resmgr/files/tsrp/Resources/EDR\\_Overview\\_2-2015\\_-\\_Virgin.pdf](https://cdn.ymaws.com/mcaamn.org/resource/resmgr/files/tsrp/Resources/EDR_Overview_2-2015_-_Virgin.pdf)
- [66] BECKER, Steven. Interpreting Vehicle EDR (Black box) Data & Recognizing Errors: Expert Article. *Robson Forensic* [online]. November 11, 2011 [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://www.robsonforensic.com/articles/interpreting-vehicle-edr-black-box-data-recognizing-errors-expert-article>
- [67] HENCH, David. 'Black Boxes' in cars capture data, and the truth. *Press Herald* [online]. March 2, 2015 [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://www.pressherald.com/2015/03/02/black-boxes-in-cars-capture-data-and-the-truth/>
- [68] COUFAL, Tomáš. Ramtron představuje novou rodinu obvodů se zabudovanou FRAM pamětí a rychlým sériovým rozhraním. *Vyvoj.hw.cz* [online]. 8. červen 2007 [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://vyvoj.hw.cz/teorie-a-praxe/ramtron-predstavuje-novou-rodinu-obvodu-se-zabudovanou-ram-pameti-a-rychlým-seriovým>
- [69] VENKATESH, Harsha a Shivendra SINGH. FRAMs in Automotive Applications. *EETimes* [online]. 07.09.15 [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: [https://www.eetimes.com/author.asp?section\\_id=36&doc\\_id=1327102](https://www.eetimes.com/author.asp?section_id=36&doc_id=1327102)
- [70] *Crash Data Group* [online]. [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: <https://www.crashdatagroup.com/>
- [71] HYND, David a Mike MCCARTHY. TRANSPORT RESEARCH LABORATORY. *Study on the benefits resulting from the installation of Event Data Recorders: Final Report*. European Union, 2014. ISBN 978-92-79-41307-0.
- [72] *Advances in digital forensics IV*. New York, NY: Springer, [2008]. ISBN 978-0-387-84926-3.
- [73] DUNCAN, Al. *Event Data Recorders and Collision Investigation* [online]. January 4, 2018 [cit. 2019-07-26]. Dostupné z: <https://www.warrenforensics.com/2018/01/04/event-data-recorders-and-collision-investigation/>
- [74] *Bosch Crash Data Retrieval Tool: Původní návod k používání*. 2013. Dostupné také z: <https://www.boschdiagnostics.com/cdr/sites/cdr/files/czech.pdf>



- [75] RAO, Rakshith Mukunda. *Using Event Data Recorder (EDR) data to perform What-if simulations for safety benefit analysis by reconstructing real traffic kinematics and driver behaviors*. Gothenburg, Sweden, 2017. Master's thesis. Chalmers University of Technology. Vedoucí práce Giulio Piccinini.
- [76] DANIEL, Dell'Osso. Beware the black box: The automotive black box data recorder is not infallible and its data is subject to interpretation. *Plaintiff Magazine*. 2013. Dostupné také z: <https://www.plaintiffmagazine.com/images/issues/2013/07-july/reprints/Dell-Osso-Beware-the-black-box-Plaintiff-magazine.pdf>
- [77] BOSCH AUTOMOTIVE SERVICE SOLUTIONS INC. *CDR Crash Data Retrieval*. 2015. Dostupné také z: [https://www.boschdiagnostics.com/cdr/sites/cdr/files/15-93\\_cdr\\_crash\\_data\\_retrieval.pdf](https://www.boschdiagnostics.com/cdr/sites/cdr/files/15-93_cdr_crash_data_retrieval.pdf)
- [78] Bosch Diagnostics: D2M Kits. *Bosch Automotive Service Solutions Inc.* [online]. [cit. 2019-07-30]. Dostupné z: [https://www.boschdiagnostics.com/cdr/products/field\\_category/cdr-86/field\\_category/d2m-kits-89](https://www.boschdiagnostics.com/cdr/products/field_category/cdr-86/field_category/d2m-kits-89)
- [79] ROSE, Bill. *2018 European CDR Tool User Summit*. 2017.
- [80] BOSCH AUTOMOTIVE SERVICE SOLUTIONS INC. *CDR 900: User Manual*. 2018. Dostupné také z: [https://www.boschdiagnostics.com/cdr/sites/cdr/files/cdr\\_900\\_user\\_guide\\_en.pdf](https://www.boschdiagnostics.com/cdr/sites/cdr/files/cdr_900_user_guide_en.pdf)
- [81] RUTH, Richard R. a Ada TSOI. *Accuracy of Translations Obtained by 2013 GIT Tool on 2010-2012 Kia and Hyundai EDR Speed and Delta V Data in NCAP Tests*. *SAE International* [online]. 04/01/2014 [cit. 2019-07-30]. ISSN 0148-7191. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/277011488\\_Accuracy\\_of\\_translations\\_obtained\\_by\\_2013\\_GIT\\_tool\\_on\\_2010-2012\\_Kia\\_and\\_Hyundai\\_EDR\\_speed\\_and\\_delta\\_v\\_data\\_in\\_NCAP\\_tests](https://www.researchgate.net/publication/277011488_Accuracy_of_translations_obtained_by_2013_GIT_tool_on_2010-2012_Kia_and_Hyundai_EDR_speed_and_delta_v_data_in_NCAP_tests)
- [82] HAIGHT, Willet Ricketson, Shawn GYORKE a Sean HAIGHT. Hyundai and Kia Crash Data, the Indispensable Compendium. *Collision Magazine*. (8). Dostupné také z: <http://www.collisionsafety.net/wp-content/uploads/2014/02/Hyundai-and-Kia-Crash-Data-the-Indispensable-Compendium.pdf>
- [83] Tesla EDR User Guides. *EDR TESLA* [online]. 2018 [cit. 2019-07-31]. Dostupné z: <https://edr.tesla.com/help>

- [84] *DSD: Dr. Steffan Datenechnik Linz - Austria* [online]. [cit. 2019-08-11]. Dostupné z: [http://www.dsd.at/index.php?option=com\\_content&view=article&id=359:testsider-testing-engl&catid=67&lang=en&Itemid=202](http://www.dsd.at/index.php?option=com_content&view=article&id=359:testsider-testing-engl&catid=67&lang=en&Itemid=202)

## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Zobrazení možných systémů, které podléhají diagnostickým procedurám (červeně vyplněná jednotka spadá do konceptu OBD, žlutě vyplněny jsou jednotky diagnostikovatelné proprietárním protokolem). [6] .....	13
Obrázek 2: Kontrolka MIL (zdroj: <a href="http://www.wikipedia.de">www.wikipedia.de</a> ).....	15
Obrázek 3: Flaman Speed Indicator and Recorder (zdroj: <a href="http://www.gettyimages.co.uk">www.gettyimages.co.uk</a> ).....	18
Obrázek 4: Černá skříňka umísťovaná do letadel (zdroj: <a href="http://www.svetovafakta.cz">www.svetovafakta.cz</a> ) .....	19
Obrázek 5: Diagram 1999 GM SDM [20] .....	22
Obrázek 6: Nárůst vozidel vybavených EDR v rozmezí let 1994-2015 [33] .....	25
Obrázek 7: Měřicí technika užívaná pro paralelní diagnostiku [57] .....	38
Obrázek 8: Připojení diagnostického přístroje: a) pomocí jednoho vícepólového konektoru, b) pomocí několika samostatných konektorů [59] .....	40
Obrázek 9: Ukázka výstupu OBD II – chybové kódy [60].....	41
Obrázek 10: Konektor OBD pro palubní napětí 12 V [59] .....	42
Obrázek 11: Umístění EDR a napojení na další systémy ve vozidle [61].....	43
Obrázek 12: Elektronická řídicí jednotka (zdroj: <a href="http://auto.howstuffworks.com">auto.howstuffworks.com</a> ) .....	44
Obrázek 13: Princip fungování systémů ACN a AACN [64] .....	45
Obrázek 14: Řídicí jednotka airbagu s EDR (zdroj: <a href="http://www.edmunds.com">www.edmunds.com</a> ) .....	45
Obrázek 15: Blokové schéma EDR (převzato a upraveno z [69]) .....	48
Obrázek 16: Připojení CDR k DLC (zdroj: <a href="http://www.collisionspecialistsinc.com">http://www.collisionspecialistsinc.com</a> ) .....	52
Obrázek 17: Příklad schématu připojení a zařízení CDR [74].....	53
Obrázek 18: D2M připojení, modul vyjmut z vozidla (vlevo), modul ve vozidle (vpravo) [70] .....	54
Obrázek 19: Různá provedení ACM a kompatibilní konektory [70].....	54
Obrázek 20: Ukázka první strany protokolu CDR .....	55
Obrázek 21: Textová, grafická a hexadecimální podoba dat z protokolu CDR.....	56
Obrázek 22: Přeložená hexadecimální data (zvýrazněné hodnoty) [76] .....	57
Obrázek 23: Sada Bosch CDR DLC Base Kit (zdroj: <a href="http://www.boschdiagnostics.com">www.boschdiagnostics.com</a> ).....	59
Obrázek 24: CDR D2M kabely a adaptéry [78].....	59
Obrázek 25: CDR 900 Upgrade Kit (zdroj: <a href="http://www.boschdiagnostics.com">www.boschdiagnostics.com</a> ) .....	60
Obrázek 26: Hyundai (vlevo) a Kia (vpravo) EDR Tool (zdroj: <a href="http://www.collisionsafety.net">http://www.collisionsafety.net</a> ) .....	62
Obrázek 27: Umístění RCM v Modelu S (vlevo) a připojení D2M (vpravo) [83].....	63
Obrázek 28: Připojení počítače s adaptérem PCAN-USB a EDR kabelem [83].....	64
Obrázek 29: EDR Retrieval Hardware Kit (zdroj: <a href="http://www.kneifel.de">www.kneifel.de</a> ) .....	65
Obrázek 30: Testovací areál [25].....	66

Obrázek 31: Testovací vozidla (zleva Toyota RAV4, Toyota Auris, Dodge Caliber, Jeep Compass) [25].....	67
Obrázek 32: Toyota RAV4 [25].....	67
Obrázek 33: Toyota Auris [25].....	68
Obrázek 34: Dodge Caliber [25].....	69
Obrázek 35: Jeep Compass [25].....	70
Obrázek 36: Zapojení a upevnění měřicí soustavy [25].....	71
Obrázek 37: Zařízení PicDAQ a jeho upevnění ve vozidle [25].....	72
Obrázek 38: Výchozí polohy vozidel [25].....	73
Obrázek 39: Stav v čase 0 ms, prvotní náraz.....	73
Obrázek 40: Stav v čase 224 ms.....	74
Obrázek 41: Stav v čase 390 ms.....	74
Obrázek 42: Konečné polohy vozidel [25].....	75
Obrázek 43: Nárazový impuls podélného zrychlení.....	76
Obrázek 44: Tabulková interpretace hodnot zrychlení.....	77
Obrázek 45: Přednehodová data.....	78
Obrázek 46: Porovnání údajů CDR a nezávislého měření (Krypton) u vozidla Jeep [25].	79

## 10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Data ukládaná vybranými systémy airbagů GM [20] .....	22
Tabulka 2: Přehled chybových kódů [8] .....	41
Tabulka 3: Specifikace Toyoty RAV4 [25].....	67
Tabulka 4: Specifikace Toyoty Auris [25].....	68
Tabulka 5: Specifikace Dodge Caliber [25].....	69
Tabulka 6: Specifikace Jeepu Compass [25].....	70
Tabulka 7: Použití kladného znaménka pro jednotlivé datové prvky .....	76

## **11 Seznam příloh**

Příloha č. 1: Tabulka I – Datové prvky požadované na vozidla vybavená EDR

Příloha č. 2: Tabulka II – Datové prvky požadované pro vozidla podle specifických podmínek

Příloha č. 3: Tabulka III – Formát zaznamenaných datových prvků

## Příloha č. 1

**TABULKA I – DATOVÉ PRVKY POŽADOVANÉ NA VOZIDLA VYBAVENÁ EDR**

Datový prvek	Interval nahrávání / Čas <sup>1</sup> (Vztažený k času nula)	Vzorky dat vzorkovací frekvence za sekundu
Delta-V, podélná	0 až 250 ms	100
Maximální delta-V, podélná	0-300 ms	není relevantní
Čas, maximální delta-V	0-300 ms	není relevantní
Rychlost indikována vozidlem	-5,0 až 0 sekund	2
Škrticí klapka motoru, % max. (nebo plynový pedál, % max)	-5,0 až 0 sekund	2
Servisní brzda, zapnuta/vypnuta	-5,0 až 0 sekund	2
Zapalovací cyklus, nehoda	-1,0 sekund	není relevantní
Zapalovací cyklus, stahování	V době stahování	není relevantní
Stav bezpečnostního pásu, řidič	-1,0 sekund	není relevantní
Kontrolka čelního airbagu, zapnuto/vypnuto	-1,0 sekund	není relevantní
Aktivace čelního airbagu, čas do aktivace v případě jednostupňového airbagu nebo čas do první etapy, v případě vícestupňového airbagu, řidiče	Událost	není relevantní
Aktivace čelního airbagu, čas do aktivace v případě jednostupňového airbagu nebo čas do první etapy, v případě vícestupňového airbagu, spolujezdec vepředu vpravo	Událost	není relevantní
Několik událostí, počet událostí (1,2)	Událost	není relevantní
Čas od události 1 po událost 2	Podle potřeby	není relevantní
Úplný zaznamenaný soubor (ano, ne)	Další údaje:	není relevantní

<sup>1</sup> Údaje před nehodou a údaje nehody nejsou asynchronní. Požadavek časové správnosti vzorků pro dobu před nárazem je -0,1 až 1,0 s (např. T = -1 bude muset nastat mezi -1,1 a 0 sekundami.)

## Příloha č. 2

**TABULKA II – DATOVÉ PRVKY POŽADOVANÉ PRO VOZIDLA PODLE SPECIFICKÝCH PODMÍNEK**

Název datového prvku	Podmínky pro požadavky	Interval nahrávání / Čas <sup>1</sup> (Vzhledem k času nula)	Frekvence snímání vzorků dat (za sekundu)
Boční zrychlení	Pokud je zaznamenáno <sup>2</sup>	0-250 ms	500
Podélné zrychlení	Pokud je zaznamenáno	0-250 ms	500
Normální zrychlení	Pokud je zaznamenáno	0-250 ms	500
Delta-V, postranní	Pokud je zaznamenáno	0-250 ms	100
Maximální hodnoty delta-V, postranní	Pokud je zaznamenáno	0-300 ms	není relevantní
Čas maximální delta-V, postranní	Pokud je zaznamenáno	0-300 ms	není relevantní
Čas pro maximální delta-V, výsledný	Pokud je zaznamenáno	0-300 ms	není relevantní
Otáčky motoru	Pokud je zaznamenáno	-5,0 až 0 sekund	2
Úhel natočení vozidla	Pokud je zaznamenáno	-1,0 až 5,0 sekund	10
Činnost ABS (zapnutá, nezapojená)	Pokud je zaznamenáno	-5,0 až 0 sekund	2
Ovládání stability (zapnuto, vypnuto, aktivní)	Pokud je zaznamenáno	-5,0 až 0 sekund	2
Vstup řízení	Pokud je zaznamenáno	-5,0 až 0 sekund	2
Stav bezpečnostního pásu, spolujezdec sedící vpředu (zapnutý, nezapnutý)	Pokud je zaznamenáno	-1,0 sekund	není relevantní
Stav spínače vyfouknutí čelního airbagu, spolujezdec sedící vpředu (zapnutý, vypnutý nebo automatický)	Pokud je zaznamenáno	-1,0 sekund	není relevantní
Aktivace předního airbagu, čas do n-té fáze, řidič <sup>4</sup>	Je-li vybaven čelním airbagem u spolujezdce sedícího vpředu s víceúrovňovým nafukovačem.	Událost	není relevantní



Pohon předního airbagu, čas do n-té fáze, spolujezdec sedící vepředu <sup>4</sup>	Je-li vybaven čelním airbagem u spolujezdce sedícího vepředu s víceúhňovým nafukovačem.	Událost	není relevantní
Aktivace předního airbagu, n-té fáze řízení, řidič, A/N (zda bylo nasazení n-stupně určeno pro účely omezení zábrany osob nebo pro účely deaktivace pohonu)	Pokud je zaznamenáno	Událost	není relevantní
Pohon předního airbagu, n-té fáze likvidace, cestující sedící vpředu, A/N (zda bylo nasazení n-stupně určeno pro účely omezení zábrany osob nebo pro účely likvidace pohonných hmot)	Pokud je zaznamenáno	Událost	není relevantní
Aktivace bočního airbagu, čas do aktivace, řidič	Pokud je zaznamenáno	Událost	není relevantní
Aktivace bočního airbagu, čas do aktivace, pasažér na místě spolujezdce	Pokud je zaznamenáno	Událost	není relevantní
Aktivace airbagu pro boční opěry/trubky, čas do aktivace, strana řidiče	Pokud je zaznamenáno	Událost	není relevantní
Aktivace airbagu pro boční opěry/trubky, čas do aktivace, pravá strana	Pokud je zaznamenáno	Událost	není relevantní
Aktivace předpínače, čas do odpálení, řidič	Pokud je zaznamenáno	Událost	není relevantní
Aktivace předpínače, čas do odpálení, spolujezdec sedící vepředu	Pokud je zaznamenáno	Událost	není relevantní
Polohový spínač sedadla, v první řadě, stav, řidič	Pokud je zaznamenáno	-1,0 sekund	není relevantní

Polohový spínač sedadla, v první řadě, stav, spolujezdec sedící vepředu	Pokud je zaznamenáno	-1,0 sekund	není relevantní
Klasifikace velikosti cestujících, řidič	Pokud je zaznamenáno	-1,0 sekund	není relevantní
Velikost cestujících klasifikace, pasažér na místě spolujezdce	Pokud je zaznamenáno	-1,0 sekund	není relevantní
Klasifikace polohy cestujících, řidič	Pokud je zaznamenáno	-1,0 sekund	není relevantní
Klasifikace polohy cestujících, pasažér na místě spolujezdce	Pokud je zaznamenáno	-1,0 sekund	není relevantní

1 Údaje před nehodou a údaje nehody nejsou asynchronní. Požadavek časové správnosti vzorků pro dobu před nárazem je -0,1 až 1,0 s (např.  $T = -1$  bude muset nastat mezi -1,1 a 0 sekundami.)

2 „Pokud je zaznamenáno“ znamená to, že jsou data zaznamenána v nenapájené paměti pro účely následného stažení.

3 „Úhel natočení vozidla“ může být zaznamenán v libovolném časovém intervalu, od -1,0 sekundy do 5,0 sekundy, jak je navrhováno.

4 Uveďte tento prvek n-1krát, jednou pro každou fázi vícestupňového systému airbagů.

### Příloha č. 3

TABULKA III – FORMÁT ZAZNAMENANÝCH DATOVÝCH PRVKŮ

Datový prvek	Rozsah	Správnost	Rozlišení	Třída filtrů
Boční zrychlení	-50 g až +50 g	+/- 5 %	0,01 g	SAE J211-1 <sup>1</sup> , třída 60
Podélné zrychlení	-50 g až +50 g	+/- 5%	0,01 g	SAE J211-1 <sup>1</sup> , třída 60
Normální zrychlení	-50 g až + 50 g	+/- 5%	0,01 g	SAE J211-1 <sup>1</sup> , třída 60
Podélná delta-V	-100 km/h až +100 km/h	+/- 5%	1 km/h	není relevantní
Boční delta-V	-100 km/h do +100 km/h	+/- 5 %	1 km/h	není relevantní
Maximální delta-V, podélná	-100 km/h do +100 km/h	+/- 5 %	1 km/h	není relevantní
Maximální delta-V, boční	-100 km/h do +100 km/h	+/- 5 %	1 km/h	není relevantní
Čas, maximální delta-V, podélný	0-300 ms	+/- 3 ms	2,5 ms	není relevantní

Čas, maximální delta-V, boční	0-300 ms	+/- 3 ms	2,5 ms	není relevantní
Čas, maximální delta-V, výsledek	0-300 ms	+/- 3 ms	2,5 ms	není relevantní
Úhel natočení vozidla	-1 080° až +1 080°	+/- 10 °	10 °	není relevantní
Rychlost indikovaná vozidlem	-100 km/h do +100 km/h	+/- 1 km/h	1 km/h	není relevantní
Škrticí klapka, procento max. (plynový pedál zcela sešlápnut)	0 až 100 %	+/- 5 %	1 %	není relevantní
Otáčky motoru	0 až 10 000 ot./min.	+/- 100 ot./min.	100 ot./min	není relevantní
Provozní brzda, zapnuto, vypnuto	Zapnuto a vypnuto	není relevantní	Zapnuto a vypnuto	není relevantní
Činnost ABS	Zapnuto a vypnuto	není relevantní	Zapnuto a vypnuto	není relevantní
Ovládání stability (zapnuto, vypnuto, aktivní)	Zapnuto, Vypnuto, Zapojeno	není relevantní	Zapnuto, Vypnuto, Zapojeno	není relevantní

Úhel volantu	-250 ° CW až + 250 ° CCW.	+/- 5 °	5 °	není relevantní
Zapalovací cyklus, nehoda	0 až 60 000	+/- 1 cyklus	1 cyklus	není relevantní
Zapalovací cyklus, stahování	0 až 60 000	+/- 1 cyklus	1 cyklus	není relevantní
Stav bezpečnostního pásu, řidič	Zapnuto nebo vypnuto	není relevantní	Zapnuto nebo vypnuto	není relevantní
Stav bezpečnostního pásu, pasažér na místě spolujezdce	Zapnuto nebo vypnuto	není relevantní	Zapnuto nebo vypnuto	není relevantní
Čelní airbag Výstražná kontrolka (zapnuto, vypnuto)	Zapnuto nebo vypnuto	není relevantní	Zapnuto nebo vypnuto	není relevantní
Stav spínače vyfouknutí čelního airbagu	Zapnuto nebo vypnuto	není relevantní	Zapnuto nebo vypnuto	není relevantní
Aktivace předního airbagu, čas do aktivace / první fáze, řidič	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní
Aktivace čelního airbagu, čas aktivace / první fáze, pasažér na místě spolujezdce	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní
Aktivace čelního airbagu, čas do n-té fáze, řidič	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní
Aktivace, čas do n-té fáze, pasažér na místě spolujezdce	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní

Aktivace čelního airbagu, n-tá fáze likvidace, řidič, a/n	Ano/ne	není relevantní	Ano/ne	není relevantní
Aktivace čelního airbagu, n-tá fáze likvidace, pasažér na místě spolujezdce, a/n	Ano/ne	není relevantní	Ano/ne	není relevantní

Aktivace bočního airbagu, čas do aktivace, řidič	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní
Vymrštění bočního airbagu, čas vymrštění, spolujezdec sedící vepředu	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní
Aktivace airbagu pro boční opěry/trubky, čas do aktivace, strana řidiče	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní
Aktivace airbagu pro boční opěry/trubky, čas do aktivace, pravá strana	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní
Aktivace předpínače, čas do spuštění, řidič	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní
Aktivace předpínače, čas do spuštění, pasažér na místě spolujezdce	0 až 250 ms	+/- 2 ms	1 ms	není relevantní
Polohový spínač sedadla, v první řadě, stav, řidič	Ano/ne	není relevantní	Ano/ne	není relevantní
Polohový spínač sedadla, v první řadě, stav, pasažér na místě spolujezdce	Ano/ne	není relevantní	Ano/ne	není relevantní
Velikost cestujících velikost řidiče 5. ženská velikost a/n	Ano/ne	není relevantní	Ano/ne	není relevantní
Velikost cestujících pasažér na místě spolujezdce dítě a/n	Ano/ne	není relevantní	Ano/ne	není relevantní
Klasifikace pozice cestujících, řidič oop a/n	Ano/ne	není relevantní	Ano/ne	není relevantní
Klasifikace pozice cestujících, pasažér na místě spolujezdce oop a/n	Ano/ne	není relevantní	Ano/ne	není relevantní

Více událostí, počet událostí (1,2)	1 nebo 2	není relevantní	1 nebo 2	není relevantní
Čas od události 1 po událost 2	0 až 5,0 sekund	0,1 sekund	0,1 sekund	není relevantní
Celý soubor zaznamenán (ano/ne)	Ano/ne	není relevantní	Ano/ne	není relevantní

<sup>1</sup> Začleněno formou odkazu, viz § 563.4.