

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Identifikace experimentálních dat a jejich využití pro systém eCall

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jan Kovanda, CSc.

Autor práce: Martin Hložek

Praha 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Martin Hložek

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Identifikace experimentálních dat a jejich využití pro systém eCall

Název anglicky

Identification of experimental data and their use for eCall system

Cíle práce

Cílem práce je sledovat možnosti odhadu dopravní nehody vozidla systémem eCall s využitím experimentálních dat.

Metodika

Na základě dostupných informací a zdrojů zpracujte literární rešerši systému eCall a problematiky nárazových zkoušek vozidel. Provedte rozbor experimentů a sumarizaci dat. Na základě zjištěných údajů z experimentů vytvořte návrh využití výstupů pro vyvíjený systém eCall.

Doporučený rozsah práce

50 – 70 stran textu včetně obrázků, tabulek a grafů

Klíčová slova

dopravní nehoda, eCall, ponehodová bezpečnost

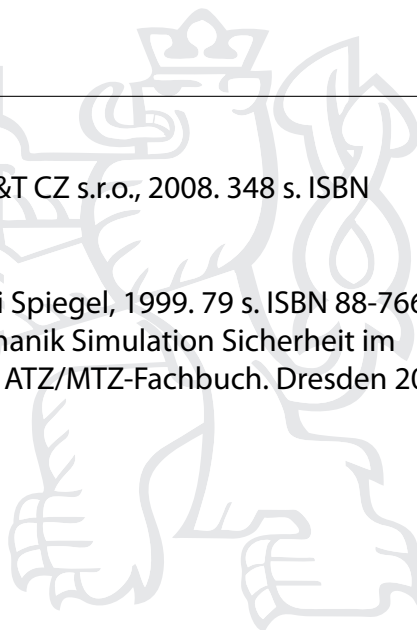
Doporučené zdroje informací

First, Jiří a kol.: Zkoušení automobilů a motocyklů. Praha: S&T CZ s.r.o., 2008. 348 s. ISBN 978-80-254-1805-5.

HeERO: <http://www.heero-pilot.eu/>

Kovanda J., Riva R.: VEHICLE HUMAN INTERACTION. Edizioni Spiegel, 1999. 79 s. ISBN 88-7660-104-X

Kramer, F.: Passive Sicherheit von Kraftfahrzeugen. Biomechanik Simulation Sicherheit im Entwicklungsprozess. 3., überarbeitete Auflage. Praxis ATZ/MTZ-Fachbuch. Dresden 2008. ISBN 978-3-8348-0536-2



Předběžný termín obhajoby

2015/05 (květen)

Vedoucí práce

prof. Ing. Jan Kovanda, CSc.

Elektronicky schváleno dne 25. 1. 2013

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 2. 2013

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Jana Kovandy, CSc. a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

.....

podpis

Poděkování

Děkuji prof. Ing. Janu Kovandovi, CSc., vedoucímu diplomové práce, za pomoc a vedení při vytváření této práce.

Identifikace experimentálních dat a jejich využití pro systém eCall

Abstrakt: Cílem této diplomové práce je seznámení se systémem nouzového volání eCall a vyhodnocení výsledků provedených nárazových zkoušek. Teoretická část se zabývá rámcem, pod který eCall spadá, architekturou a strukturou celého systému. Dále jsou popsány nárazové zkoušky prováděné v souladu se současnou legislativou, používané testovací figuríny a také biomechanická kritéria poranění, podle kterých se nárazové zkoušky vyhodnocují. V praktické části je provedena analýza tří provedených nárazových zkoušek, jeden čelní náraz vozidla do pevné bariéry a dva nekompatibilní boční nárazy vozidla a vlaku. Nárazové zkoušky jsou zhodnoceny z hlediska poškození vozu, biomechanických kritérií poranění figurín a také je ověřena funkčnost jednotky eCall, která byla ve voze při testech umístěna.

Klíčová slova: dopravní nehoda, eCall, ponehodová bezpečnost, nárazové zkoušky

Identification of experimental data and their use for eCall system

Summary: The aim of this master's degree thesis is to introduce emergency call system eCall and evaluate the results from performed crash tests. The theoretical part of this thesis is devoted to the politics, that eCall is part of and to the architecture and structure of the system. Also there are described crash tests compliant with the current legislation, crash test dummies used in these tests and also biomechanical injury criterions, which describe the results from the test as a level of passenger injury. The practical part contains the analysis of three crash test, one frontal test and two side impacts with the train. Results of these crash tests are described in a form of damage to the car, injury of the passengers using biomechanical injury criterions and there are also result from the eCall unit, which was in the car during the crash tests.

Key words: traffic accident, eCall, after-accident safety, crash tests

1	Úvod	1
2	Dopravní telematika	3
3	Rozbor systému eCall	4
3.1	<i>Historie</i>	4
3.2	<i>Projekt HeERO</i>	5
3.2.1	Metodika projektu	6
3.2.2	Cíle projektu	7
4	Architektura systému eCall	8
4.1	<i>Základní součásti systému tísňového volání</i>	8
4.2	<i>Metody určení polohy vozidla</i>	9
4.3	<i>Infrastruktura systému tísňového volání</i>	11
4.4	<i>Specifikace dat generovaných vozidlovou jednotkou</i>	15
4.5	<i>Procesní modely systému tísňového volání</i>	17
4.5.1	Automatický eCall se smlouvou se SP	17
4.5.2	Automatický eCall, bez smlouvy se SP	18
4.5.3	Manuální eCall se smlouvou se SP	18
4.5.4	Manuální eCall bez smlouvy se SP	19
4.5.5	Chybná funkce jednotky vedoucí k falešným hovorům	19
4.6	<i>Požadavky na různé části systému eCall</i>	20
4.6.1	Požadavky na vozidlovou jednotku	20
4.6.2	Požadavky na centrum tísňového volání	21
4.6.3	Požadavky na zabezpečení	21
4.7	<i>Komerční systémy nouzového volání</i>	22
4.7.1	Volvo on call	22
4.7.2	OnStar	22
4.7.3	Další systémy	23
5	Legislativa	24
5.1	<i>Normy k systému eCall</i>	24
5.2	<i>Rozhodnutí Evropské komise v prosinci r. 2014</i>	25
5.2.1	Datum zavedení systému eCall	25
5.2.2	Bezpečnost osobních dat	25
5.2.3	Koordinace s již fungujícími systémy třetích stran	25
6	Popis nárazových zkoušek	27
6.1	<i>Evropská legislativa pro testování vozidel EHK č. 94 a 95</i>	27
6.1.1	EHK č. 94	27
6.1.2	EHK č. 95	28

6.2	<i>Euro NCAP</i>	29
6.2.1	Čelní náraz s přesazením	29
6.2.2	Boční náraz	30
6.2.3	Boční náraz do sloupu	31
6.2.4	Střet automobilu s chodcem	32
6.2.5	Zkušební figuríny	32
6.3	<i>Kritéria poranění při nárazových zkouškách</i>	34
6.3.1	Důvody vzniku biomechanických poranění	34
6.3.2	Kritérium poranění hlavy HIC.....	35
6.3.3	Kritérium poranění hrudníku	36
6.3.4	Kritérium poranění krční páteře	37
6.3.5	Kritérium závažnosti poranění AIS	37
7	Vyhodnocení dat nárazových zkoušek	40
7.1	<i>Měřící vybavení</i>	40
7.1.1	Jednotka eCall	40
7.1.2	Zkušební figurína.....	42
7.2	<i>Čelní náraz vozu Škoda Favorit do pevné bariéry</i>	43
7.2.1	Podmínky nárazové zkoušky	43
7.2.2	Průběh nárazové zkoušky	44
7.2.3	Výsledek nárazové zkoušky	44
7.2.4	Výsledek měřeného zrychlení na karoserii vozidla.....	45
7.2.5	Výsledek měřeného zrychlení na dospělé figuríně.....	47
7.2.6	Výsledek měřeného zrychlení na figuríně dítěte	47
7.2.7	Výsledek měřeného zrychlení jednotkou eCall a její fungování.....	49
7.2.8	Zhodnocení nárazového testu vozu Škoda Favorit.....	50
7.3	<i>Kolize kolejevého vozidla s vozem Škoda Superb</i>	50
7.3.1	Podmínky nárazových zkoušek	51
7.3.2	Průběh nárazové zkoušky v rychlosti 3 km/h.....	53
7.3.3	Průběh nárazové zkoušky v rychlosti 16 km/h.....	57
7.3.4	Zhodnocení nárazových testů vozu Škoda Superb	61
8	Návrh využití výstupů pro systém eCall	62
	Závěr	63
	Seznam použité literatury	65
	Seznam obrázků a tabulek	68
	Seznam zkratk	69

1 Úvod

Doprava patří mezi jednu z nejdůležitějších společných politik Evropské unie. V roce 1958 vstoupila v platnost Římská smlouva a od té doby je cílem této politiky odstranit hranice mezi členskými státy a tím přispět k volnému pohybu osob a zboží. Smlouva se zaměřuje na dokončení vnitřního trhu, zajištění udržitelného rozvoje, rozšíření dopravní sítě po celé Evropě, maximalizaci využití prostoru, zvýšení bezpečnosti a na podporu mezinárodní spolupráce. Se zvyšujícím se objemem dopravy na území Evropské unie vyvstává otázka, jak efektivně řešit bezpečnost dopravy. [12]

Dle Českého statistického úřadu bylo v roce 2000 usmrceno na českých silnicích průměrně 145 osob na 1 milion obyvatel. V roce 2014 to bylo osob 60. [11]

Bylo vyvinuto nespočet systémů, které napomáhají tomuto snižování. **Systémy aktivní bezpečnosti** pomáhají předejít a zabránit dopravním nehodám. Mezi nejdůležitější prvky aktivní bezpečnosti patří dobré brzdy, které umožňují bezpečné zpomalení a zastavení vozidla, dále dobrý výhled z vozidla, kvalitní pneumatiky, spolehlivé a přesné řízení, dobré osvětlení vozidla a také kvalitní tlumiče, které zajišťují kontakt pneumatiky a vozovky. Dopravním nehodám se však stále nedokážeme vyhnout, a proto se vyvíjí také **prvky pasivní bezpečnosti**, které pomáhají snížit následky. Bezpečnost posádky zajišťuje robustní karoserie, která je z velké části tvořena z vysokopevnostní oceli a deformačních zón. O bezpečnost posádky se také starají bezpečnostní pásy a sestava airbagů chránících pasažéry ze všech stran. Při nehodě se sloupek řízení a pedálová skupina cíleně deformují směrem od řidiče, čímž snižují riziko poranění. Na konci tohoto řetězce je i nový prvek pasivní bezpečnosti, Evropský ponehodový asistenční systém zvaný „**eCall**“. [10]

Hlavní přínos technologie eCall je v příjmu informace o dopravní nehodě záchrannými složkami prakticky v okamžiku nehody. Tímto se podstatně zkrátí doba od zranění posádky vozu k příjezdu záchranných složek.

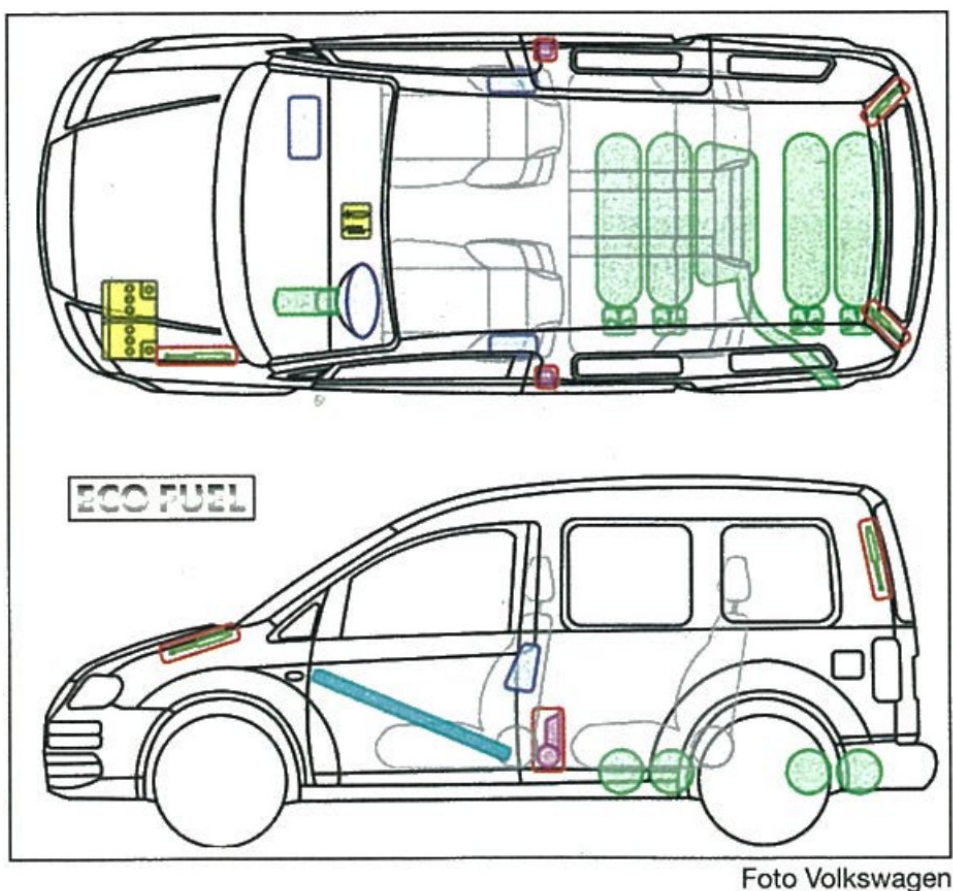
Odhad Evropské komise je snížení úmrtí při dopravních nehodách v rozmezí 1-10 % a také snížení závažných následků, které jsou způsobeny pozdní odbornou lékařskou pomocí o 2-15 %. [7]

V každém nově vyrobeném vozidle z Evropské unie bude umístěna palubní jednotka, která bude v případě nouzové situace komunikovat s centrem tísňového volání 112 prostřednictvím mobilní telekomunikační sítě. Vedle hlasového spojení s řidičem bude rovněž odesílán tzv. „minimální soubor dat o nehodě“, který obsahuje čas, aktuální polohu vozidla, směr jízdy, VIN kód vozidla a další informace. Operátor na lince 112 obdrží informace o

nehodě za 14 až 17 sekund od vzniku dopravní nehody a může ihned zahájit záchrannou akci, i když je posádka vozu v bezvědomí nebo neschopná si přivolat pomoc.

Podle VIN kódu si záchranáři také mohou vyhledat kartu vozu a modelové řady, kde uvidí umístění výztuh a nebezpečných náplní. Při vyprošťování pak vědí kam říznout (viz obr. č. 1). Cena vozidlové jednotky a její instalace do vozidla je odhadována na méně než 100 EUR. [7]

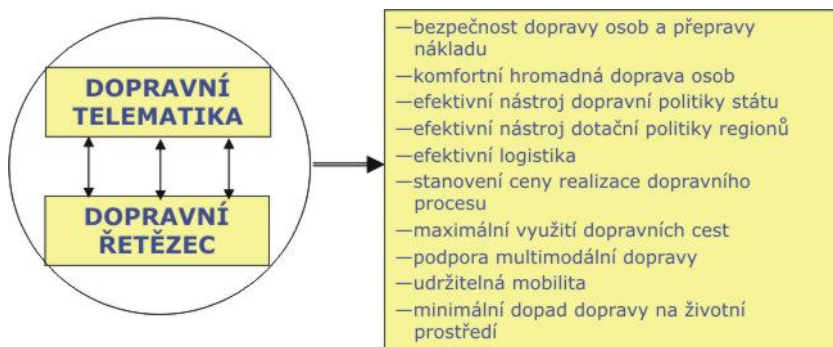
Obr. č. 1 – Výztuhy a nebezpečné náplně ve voze Volkswagen Caddy EcoFuel



Zdroj: http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/eCall/ecall_svet%20motoru_cervenec_2010.pdf

2 Dopravní telematika

Obr. č. 2 - Vazba dopravní telematiky a přepravně-dopravního řetězce



Zdroj: http://www.lt.fd.cvut.cz/its/rok_2001/obrazky/obr42.jpg

Spojování a sblížování telekomunikačních technologií a informatiky vyústilo v nový obor nazývaný telematika. Efekty telematiky se projevují v širokém spektru uživatelských oblastí, v nichž doprava, spoje a veřejná správa jsou jedny z nejdůležitějších.

Dopravní telematika, též známá pod názvem ITS (intelligent transport systems / inteligentní dopravní systémy), je obor sjednocující telekomunikační technologie a dopravní inženýrství. Cílem je zvýšit přepravní výkony, efektivitu dopravy a také zlepšit bezpečnost a komfort přepravy.

Dopravní telematika nabízí uživatelům dopravy inteligentní služby, které je možné rozdělit do několika vrstev:

- Služby pro cestující a řidiče
- Služby pro správce infrastruktury
- Služby pro provozovatele dopravy
- Služby pro státní a veřejnou správu
- Služby pro bezpečnostní a záchranný systém

Propojením těchto rovin dostaneme ucelenou informaci o dopravě, která nám umožní použít řídicí nástroje pro toto odvětví, jako je tomu dnes např. u řízení výrobních podniků (sledování nákladů, vznik samostatných středisek). [1]

3 Rozbor systému eCall

3.1 Historie

Obr. č. 3 – logo iniciativy eSafety



Zdroj: http://www.czechspaceportal.cz/files/files/storage/eSafety/esafety_logo.gif

V roce 2002 se zrodila iniciativa eSafety, která je zaměřena na tři hlavní témata:

1. Interakce člověka a stroje
2. Dopravní informace v reálném čase
3. Tísňové volání z vozidla – eCall

Obr. č. 4 – logo programu eCall



Zdroj: http://www.ecall.fi/ecall_logo.jpg

Již v roce 2000 se zrodila myšlenka na zavedení celoplošné a bezplatné služby systému automatického tísňového volání fungující ve všech evropských zemích. Systém s názvem „eCall“ byl slibný zejména proto, že vytáčí automaticky nouzový hovor na základě aktivace senzorů a je směrován přímo k operátorům tísňové linky 112. Ti pak mohou co nejefektivněji vyslat potřebnou pomoc. V roce 2003 byla tísňová linka 112 rozšířena o lokalizaci pozice volajícího, nazvaná E112. Telekomunikační operátoři musí poskytnout centru tísňového volání veškeré informace o pozici, ze které byl hovor uskutečněn.

Podle původního plánu měly být všechny problémy vyjasněny do konce roku 2009 a od ledna roku 2010 měl eCall plně fungovat. Proč tak velké zdržení? S podobou systému musí souhlasit všechny členské země EU a v některých zemích již podobná služba existuje na

komerční bázi. A členské státy EU se dlouho na podobě univerzálního systému nedokázaly domluvit.

U celého projektu se od začátku počítá se záchrannými složkami, které si určily, jaké informace budou posílány a které jsou nejdůležitější z pohledu praxe. V Česku zatím proběhly tři pilotní projekty, které testovaly připravenost záchranných jednotek přijímat automatické tísňové volání. Už v roce 2007 Česká Republika ověřovala možnost příjmu a vizualizace dat v operačním středisku linky E112 a předání údajů záchranné službě a policii. Tyto výsledky byly představeny v Evropě a ukázaly, že je možné na eCall přejít bez větších nákladů. [4]

Pilotní ověření, zda je systém eCall schopný fungovat v mezinárodním provozu, bylo testováno v rámci evropského projektu HeERO (Harmonised eCall European Pilot) a úspěšně bylo dokončeno 31. 12. 2013. Ve vybraných evropských zemích včetně ČR jezdila testovací vozidla projektu, simulovala dopravní nehody a ověřovala fungování přenosu dat o nehodě a hlasového spojení na tísňové centrum E112.

V průběhu implementační fáze projektu si Česká Republika připsala jedno prvenství. Ze zemí účastnících se projektu HeERO jako jediná provedla reálný crash test vozidla, které bylo vybavené prototypem jednotky eCall. Tento test se konal dne 18. 9. 2013 v rámci Národního semináře o systému automatického tísňového volání z paluby vozidla eCall 112, pořádaného na půdě Ministerstva dopravy.

Projekt HeERO si vyžádal značné úsilí na celý projektový tým, včetně partnerů projektu HeERO na národní úrovni, kterými byly Ministerstvo dopravy, Ministerstvo vnitra a Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky.

Díky této aktivní účasti na projektu HeERO je ČR velmi napřed oproti ostatním zemím EU. Je jednou ze tří zemí, které jsou připraveny na ostré spuštění systému eCall, včetně integrovaného záchranného systému. [5]

V prosinci 2014 se evropská komise dohodla na finální podobě systému. Konkrétně určila konečný termín, od kterého bude muset mít každé nové auto v EU systém zabudovaný, na březen 2018. Další jednání se týkalo legislativy zacházení se soukromými daty, které eCall vysílá, a také koexistence s "konkurenčními" komerčními systémy. [6]

3.2 Projekt HeERO

Pilotní ověření fungování systému eCall v mezinárodním provozu je testováno v rámci evropského projektu HeERO. Cílem projektu HeERO je připravit, zrealizovat a zkoordinovat

zavedení systému eCall využitím pilotních projektů fungujících na evropské úrovni. Testování předchází zavedení reálného systému do provozu a přihlíží ke společným evropským standardům, které byly stanoveny a schváleny evropskými normalizačními orgány. [8]

Testovací vozidla projektu simulovala dopravní nehody na území České republiky a ve vybraných zemích Evropské unie. Ověřovalo se, zda funguje bez chyby přenos dat o nehodě a hlasové spojení na tísňové centrum E112. Podle výsledků jednotlivých testů se upravily části systému pro co nejlepší a nejstabilnější výkon. [7]

Od ledna 2011 do prosince 2013 formovalo 9 zemí společenství HeERO. První fáze projektu se zúčastnilo Chorvatsko, Česká Republika, Finsko, Německo, Řecko, Itálie, Nizozemí, Rumunsko a Švédsko. Cílem bylo otestovat funkčnost systému v mezinárodním měřítku.

Druhá fáze projektu HeERO začala již v lednu 2013 a trvala dva roky. Šest nových zemí se připojilo k projektu a začalo spolupracovat (Belgie, Bulharsko, Dánsko, Lucembursko, Španělsko a Turecko). [9]

3.2.1 Metodika projektu

V první fázi se musí analyzovat současný technický stav bezpečnostních řešení a identifikovat požadavky na výstavbu a modernizaci potřebné architektury. Jednou z nejdůležitějších věcí je rozhraní mezi zařízením ve vozidle, telekomunikační infrastrukturou a infrastrukturou telefonních center tísňového volání E112.

Podle této analýzy byl připraven individuálně pro každou zemi prováděcí plán pilotního projektu. Ten poskytl návod, jaké technické parametry měly být při implementaci uplatněny a které mají být v rámci testování sledovány. Pro operátory center tísňového volání byly připraveny příručky, jak odbavit tísňové volání z vozidla a byl stanoven postup pro organizaci zásahu.

Po vyhodnocení výsledků testů budou označeny překážky pro nasazení systému. Tyto výsledky pilotních projektů budou použity v závěrečných doporučeních pro skutečné zavádění systému eCall v Evropě.

Co se týče konkrétních rozhraní, standardů a protokolů eCall, které vyplynou z pilotních projektů, budou tyto výsledky postoupeny evropským normalizačním orgánům (ESO) zabývajícími se standardy pro eCall (CEN a ETSI) tak, aby byl dokončen a doladěn standardizační proces systému eCall.

HeERO také určí kroky potřebné k aktualizaci a modernizaci provozních a pracovních postupů týkajících se řízení a provádění záchranných prací. Tzv. „Prováděcí pokyny pro eCall“ budou obsahovat tyto informace pro subjekty, které se přímo neúčastní pilotních projektů a umožní je sdílet mezi zástupci záchranných sborů evropských zemí. Kromě šíření výsledků na evropské úrovni, se každý zúčastněný stát také zavázal k rozšiřování výsledků národních pilotních projektů prostřednictvím národních seminářů a konferencí. [4]

3.2.2 Cíle projektu

Všeobecný cíl projektu HeERO je připravit pro zprovoznění infrastrukturu kompatibilní s evropskou službou tísňového volání z vozidla “eCall”. Tato služba bude zavedena na evropské úrovni, a proto musí splňovat dvě hlavní podmínky:

1. Interoperabilita a přeshraniční kontinuita

Služba eCall musí být dostupná v případě závažné dopravní nehody pro jakékoli vozidlo z jakékoli evropské země. Toto musí být zohledněno jak u technického řešení, tak u provozování vlastní služby.

2. Technická harmonizace

Vývoj v jednotlivých evropských zemích musí probíhat jednotným způsobem, přičemž je brán ohled na odlišné národní podmínky. Jedním z prvních kroků k tomuto jednotnému přístupu je linka E112.

Pro splnění podmínek interoperability a harmonizace byly stanoveny následující cíle pro pilotní projekty:

- Definovat provozní a funkční požadavky na odbavení hovoru eCall, které jsou potřebné pro modernizaci všech souvisejících součástí řetězce služby eCall (centra tísňového volání integrovaného záchranného systému, telekomunikační infrastruktura technologie linky 112/E112, atd.).
- Zavést dostupné evropské standardy, které souvisejí s celoevropským systémem eCall.
- Provést potřebné úpravy technické infrastruktury a provozních postupů.
- Identifikovat možné využití systému eCall pro další služby s přidanou hodnotou poskytované veřejným nebo soukromým sektorem.

- Vytvoření výukových materiálů pro operátory center tísňových volání, kteří budou odbavovat volání eCall.
- Posouzení certifikačních postupů vztahující se k zařízením služby eCall, a to ve spolupráci s projektovým týmem CEN.
- Vypracování doporučení pro činnosti před uvedením systému eCall do provozu a pro jeho uvedení do provozu v Evropě v budoucnu.
- Propagace výsledků pilotních projektů a osvědčených postupů s ostatními členskými státy EU a přidruženými státy, které nejsou zapojeny do pilotního projektu HeERO.
- Prokázat interoperabilitu a souvislé poskytování technicky sladěné celoevropské služby eCall. [3]

4 Architektura systému eCall

4.1 Základní součásti systému tísňového volání

Service Provider (SP) nebo *Home Call Centre (HCC)* je fyzický a funkční prvek, zajišťující poskytování telematicky založených služeb řidičům. Mezi tyto služby spadá mimo jiné obsluha nouzových hovorů při havárii, obsluha vozidlové komunikace, určení přesné polohy vozidla a zaznamenání pohybu vozidla podle dat ze systému GPS, nebo v budoucnu systému GALILEO.

Local Call Centre (LCC) je funkční prvek, nacházející se v zemi, kde se stala dopravní nehoda. HCC má s tímto centrem uzavřenou smlouvu.

HCC se nachází v domácí zemi zákazníka. Pokud se nehoda stane mimo zemi původu zákazníka, informace o nehodě obdrží LCC dané země. Jestliže se nehoda stane na domácí půdě zákazníka, LCC a HCC budou jedno a to samé.

eCall, neboli telematický nouzový hovor, je spojení uskutečněno po mobilní komunikační síti a kombinuje hlasový kanál s přenosem dat přes SMS a přes datový kanál. Hovor je spuštěn buď automaticky, při aktivaci senzorů ve vozidle, nebo manuálně stisknutím SOS tlačítka. Obsahem eCallu jsou informace GPS/GALILEO o poloze, přidaná data a také přenos hlasu.

Public Safety Answering Point (PSAP) je místo, kde jsou fyzicky přijímány nouzové hovory. Může to být státní zařízení, soukromá společnost nebo telekomunikační operátor, který má udělenou licenci od státní správy. Centrum PSAP nese odpovědnost za vyřízení hovorů linky E112 po pevné i mobilní síti. Také musí přesně a rychle informovat pohotovostní jednotky. V České Republice je toto místo označováno zkratkou *TCTV 112* (telefonické centrum tísňového volání).

Emergency Authority (EA) je státní instituce, která je odpovědná za vypravení odpovídající pomoci na místo nehody a za řešení nouzové situace. Mezi tyto instituce patří policie, záchranná služba, nebo hasiči.

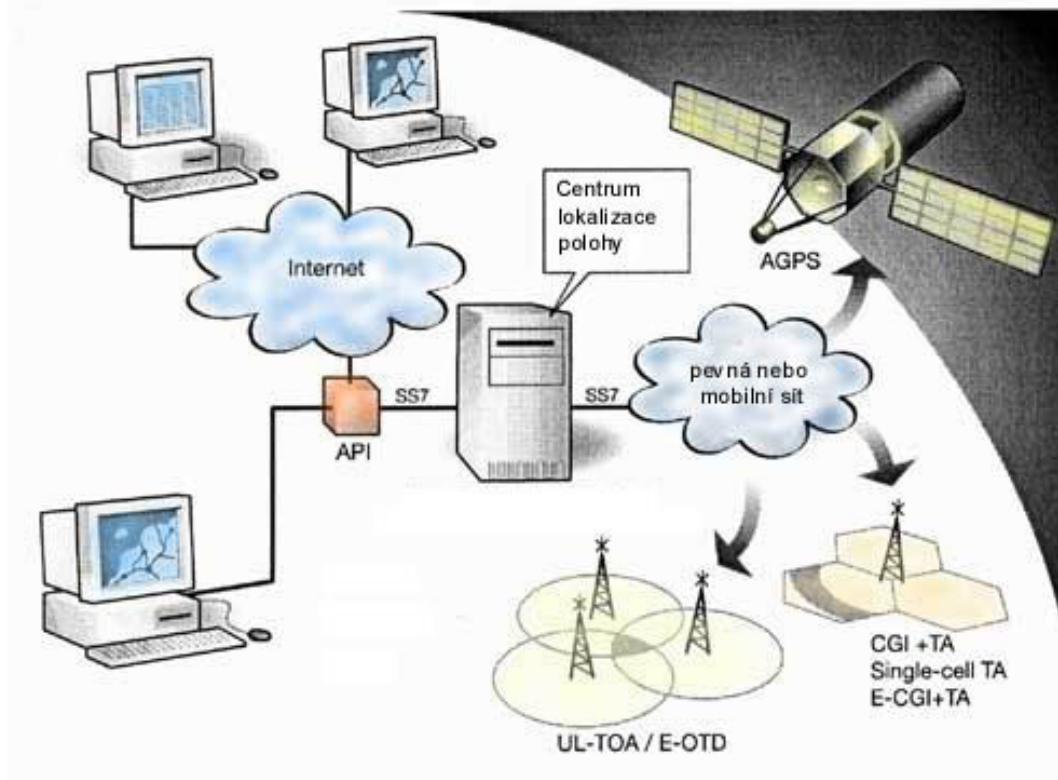
In-Vehicel System (IVS) je telematické zařízení umístěné na palubní desce vozidla, které má specifickou funkci generovat “nouzovou sekvenci”. [13]

4.2 Metody určení polohy vozidla

Poloha vozidla při nehodě je nejdůležitější informace u každé záchranné akce. Existují dvě možnosti získání této informace. První, klasická, je pomocí telefonického hovoru svědka, nebo účastníka dopravní nehody. Člověk však může být v šoku, nebo jednoduše v místě, které nezná. Slovní popis může být v tomto případě nedostačující. Druhou možností je zjistit polohu pomocí moderních technologií. Přesnost informace je limitována pouze systémem samotným, a dnes je plně dostačující i pro komerční využití. Pro systém eCall je důležitá zejména poloha získaná automaticky. V České republice existují tři použitelné systémy lokalizace, z nichž dva mají přímou souvislost s tísňovým voláním E112.

První pokusy zjišťování polohy mobilních telefonů jsou založeny na lokalizaci polohy sítí GSM – těmto metodám se říká “využívající síť” (networkbased, NB). Novější metody využívají samotný mobilní telefon (terminal/handset-based, TB). Největší rozdíl mezi těmito systémy lokalizace je, že metoda využívající síť nevyžaduje spolupráci mobilního telefonu (což je důležité, protože je možné lokalizovat telefon jakéhokoliv stáří). Metoda využívající mobilní telefon je závislá na zjištění polohy právě mobilním telefonem, na oplátku nepotřebuje aktivní spolupráci mobilní sítě.

Obr. č. 5 – Možnosti lokalizace polohy mobilního telefonu



Zdroj: http://imgs.idnes.cz/mob_tech/A010723_LBS-MOZNOSTI_N.JPG

Určení polohy využívající síť GSM:

Metody zjišťování polohy pomocí sítě jsou založené na znalosti konfigurace sítě GSM a chování rádiových vln. Vysílací stanice jsou rozdělené do sektorů, které mají identifikační čísla (označují se jako Cell ID nebo CGI, Cell Global Identity). Každý mobilní operátor má tyto informace spolu s frekvencemi, jaké se v jednotlivých sektorech používají. Kombinací těchto informací lze poměrně přesně zjistit polohu mobilního telefonu, ze kterého je uskutečněný hovor, aniž by byla vyžadována jeho spolupráce.

Lokalizace polohy využívající mobilní telefon:

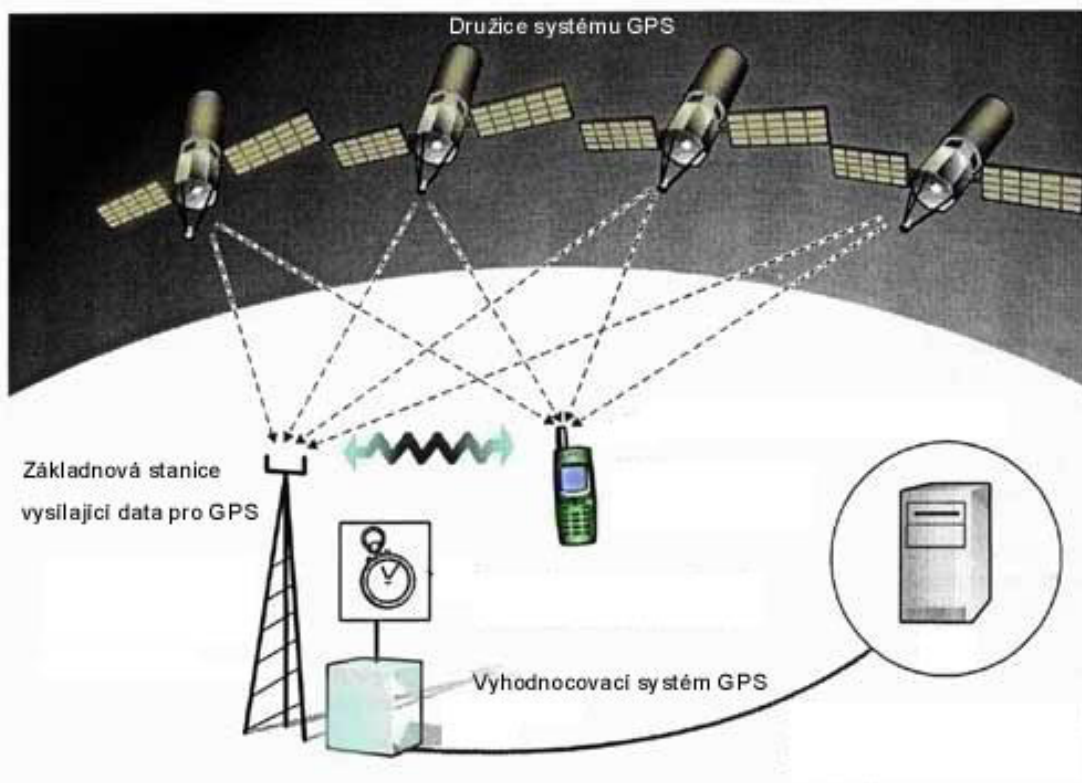
Tyto metody, u kterých je zjištění polohy závislé na schopnostech mobilního telefonu, jsou znatelně přesnější než metody určení polohy využívající síť GSM. Problém je však ve vysokých nákladech a častých problémech při zavádění.

Lokalizace polohy pomocí satelitního navigačního systému:

Nejpřesnější informace o poloze pohybujícího se předmětu dnes zjistíme využitím satelitního navigačního systému GPS (Global Positioning System). Na oběžnou dráhu, ve výšce přibližně 20 000 km, bylo vypuštěno 24 umělých družic. Jejich počet se k dnešnímu datu rozrostl na 32, což je maximální možný počet, na který byl systém navržen. Družice mezi sebou vysílají signál, podle kterého zjistí svoji relativní polohu. Přijímač dle signálu

z nejméně tří družic následně určí svoji přibližnou polohu (s odchylkou v řádech desítek metrů); při příjmu signálu ze čtyř vysílačů už je schopen určit polohu s přesností na metry. Nejvíce je možné v jednu chvíli přijímat signál až z dvanácti družic. [13]

Obr. č. 6 – Princip lokalizace pomocí GPS



Zdroj: http://imgs.idnes.cz/mob_tech/A010723_LBS-AGPS_N.JPG

4.3 *Infrastruktura systému tísňového volání*

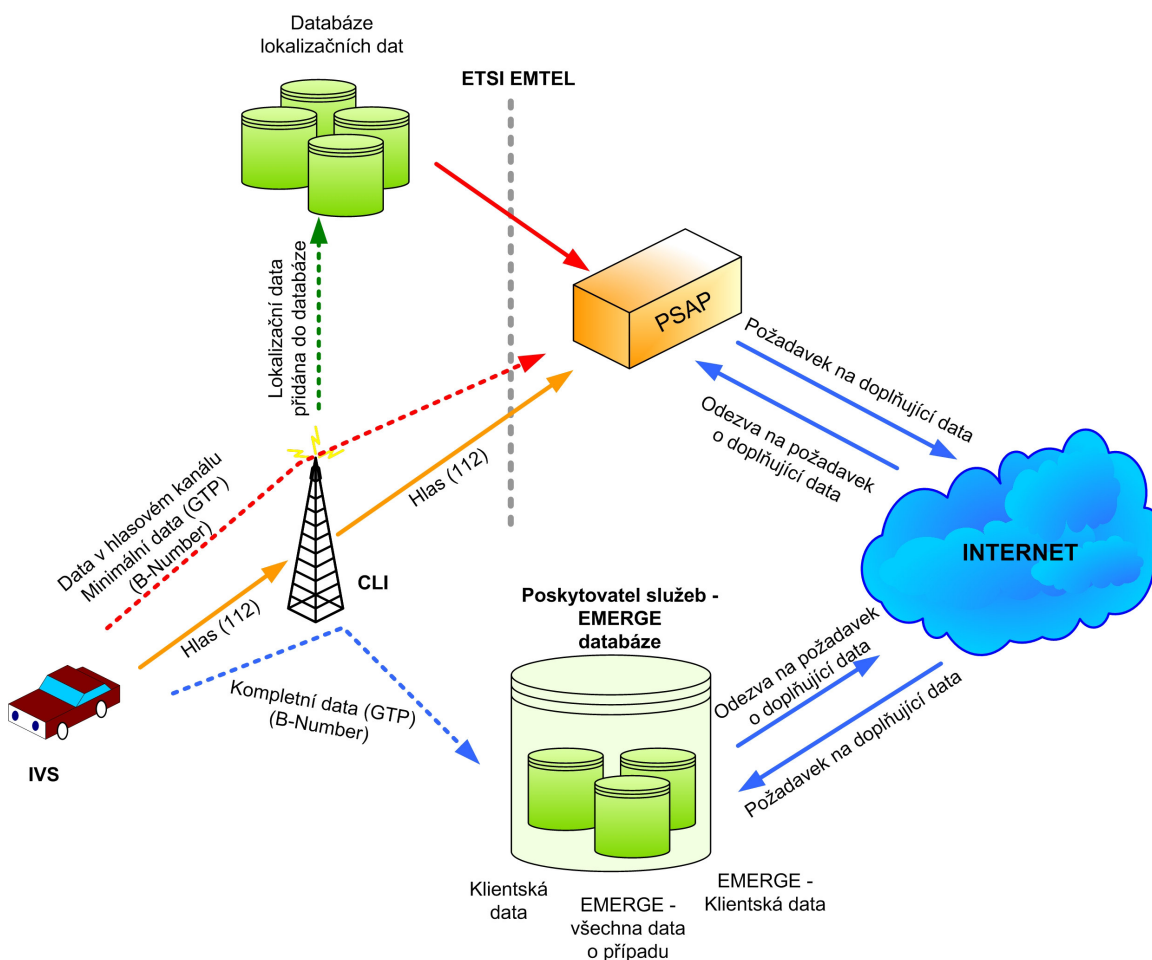
Vozidlová jednotka je vestavěná ve vozidle. Má za úkol vytočit manuálně nebo automaticky tísňový hovor E112 a současně poslat tzv. minimální data z vozidla do centra tísňového volání

Tato jednotka je počítačové zařízení, které je součástí interiéru vozidla a je schopné přijímat signály z navigačních systémů. Je spojena se senzory ve vozidle, které musí identifikovat nehodu a její závažnost. Komunikační modul vozidlové jednotky je vybaven mikrofonem a reproduktorem. Jednotka automaticky vyšle informace datovou zprávou do centra tísňového volání a naváže hlasový kontakt s vozidlem, pokud se při nouzové události aktivují alespoň dva senzory. Existují dvě možnosti, jak řešit posílání nouzových dat z vozidla do centra tísňového volání:

První řešení káže vozidlové jednotce vyslat nouzové data do systému poskytovatele služeb (SP). Ten obdržená minimální data zařadí do speciální databáze, odkud jsou dostupné na vyžádání na základě identifikace linky zákazníka. Toto uspořádání, které je závislé na SP i pro obdržení minimálních dat, je považováno za provizorní řešení pro přenos informací mezi vozidlovou jednotkou a centrem tísňového volání.

Druhé řešení nařizuje vozidlové jednotce zaslat minimální data přímo do centra tísňového volání (obr. č. 7). Úplná data jsou zaslána poskytovateli služeb, které si může operátor vyžádat na základě již obdržených minimálních dat. Toto řešení je doporučováno.

Obr. č. 7 – Doporučené řešení komunikace vozidlové jednotky a Centra tísňového volání



Zdroj: http://www.lt.fd.cvut.cz/its/rok_2003/dokumenty/priloha8_its2003.pdf

Tabulka č. 1 uvádí komunikaci mezi vozidlovou jednotkou a centrem tísňového volání v chronologickém pořadí [13]:

Tab. č. 1 – Popis událostí mezi centrem tísňového volání a vozidlovou jednotkou

Pořadí události	Popis události
1	Vozidlová jednotka pošle nouzový hovor do Centra tísňového volání přes hlasový kanál rozdělený na dvě části: první část obsahuje posílání dat GSM / GPRS / UMTS a druhá část reprezentuje E112 hlasovou komunikaci. Datovou část hovoru uzavírají minimální data definovaná v rámci projektu eCall. Poslání dat ještě před vytvořením hlasové komunikace zabezpečuje ty případy, kdy řidič není schopen mluvit nebo nouzový hovor byl generován automaticky spuštěním vozidlových senzorů.
2	Nouzový hovor (data + hlas) prochází sítí mobilního telekomunikačního operátora, kde je zpracován a doplněn identifikací linky zákazníka. Dále má telekomunikační operátor povinnost uložit data o poloze volajícího do databáze lokalizačního serveru. Po obdržení nouzového hovoru, telekomunikační operátor pošle tento hovor příslušnému centru tísňového volání po pevné síti.
3	Centrum tísňového volání obdrží dva odlišné typy komunikace po pevné síti na společném kanálu: první je datová komunikace v protokolu GTP, druhá je standartní hlasová komunikace. Minimální data spolu s identifikací linky zákazníka jsou doručeny jako transparentní data dohromady s hlasem. V tu chvíli také telekomunikační operátor pošle informace o poloze do Centra tísňového volání užitím mobilního lokalizačního protokolu vybraného ETSI.
4	Centrum tísňového volání odešle potvrzení o obdržení dat do vozidlové jednotky a interpretuje minimální data GTP užitím GTP převaděče.
5	V případě že uživatel podepsal smlouvu s poskytovatelem služeb, vozidlová jednotka pošle úplná data prostřednictvím telekomunikačního operátora k poskytovateli služeb, a to po obdržení potvrzení od Centra tísňového volání.
6	Poskytovatel služeb obdrží datovou zprávu zakódovanou v definovaném protokolu a začne vyřizovat hovor. Vloží přidaná data do databáze, aby k nim mělo přístup Centrum tísňového volání.
7	Poskytovatel služeb odešle potvrzení o převzetí dat do vozidlové jednotky.

8	V případě potřeby překladu, poskytovatel služby začne požadovat na Centru tísňového volání vytvoření konferenčního hovoru s řidičem přes bezplatnou linku.
9	Jestliže řidič podepsal smlouvu s poskytovatelem služeb, Centrum tísňového volání přistoupí do databáze, aby obdrželo úplná data od poskytovatele služeb.
10	Centrum tísňového volání zpracuje obdržená data
11	Centrum tísňového volání odešle veškeré detaily nejbližšímu záchrannému centru.
12	Centrum tísňového volání komunikuje s poskytovatelem služeb, aby mu umožnil řešit po-havarijní služby s přidanou hodnotou. Tato komunikace může proběhnout přes pevnou síť jako jednoduchý hovor mezi operátory nebo přes internet. Centrum tísňového volání může vstoupit do databáze a připojit sem veškeré informace o záchranných centrech.

Zdroj: http://www.lt.fd.cvut.cz/its/rok_2003/dokumenty/priloha8_its2003.pdf

4.4 Specifikace dat generovaných vozidlovou jednotkou

Pokud vozidlová jednotka rozhodne, že je nutné vytočit nouzový hovor, posílá do centra tísňového volání soubor minimálních dat (MSD), jejichž forma je dána normou EN 15722. V tabulce č. 2 jsou tato data specifikována. Na jejich základě je operátor schopný vyslat vhodnou pomoc a přiblížit situaci záchranným složkám.

P....povinné datové pole

N... nepovinné datové pole, musí být zahrnuto, i když neobsahuje žádnou informaci

Tab. č. 2 – Specifikace minimálních dat odeslaných vozidlovou jednotkou

Blok č.	Název	Typ		Popis
1	ID	Integer	P	Verze formátu MSD a identifikátor MSD zprávy
2	Řadící bajt	Integer	P	Automatická/manuální aktivace Testovací/tísňové volání Nejistota/jistota v poloze Typ vozidla
3	Identifikace vozidla	String	P	VIN vozidla podle ISO 3779
4	Typ úložiště paliva	Integer	P	Vodík Elektřina LPG CNG Diesel Benzin
5	Časová známka	Integer	P	Čas události v sekundách od půlnoci 1. 1. 1970
6	Poloha vozidla	Integer	P	Zeměpisná šířka a délka události
	Směr vozidla	Integer	P	Směr jízdy v 2° krocích od magnetického severu
7	Nedávná poloha vozidla n-1	Integer	N	Přírůstek zeměpisné šířky a délky s ohledem na aktuální pozici v bloku č. 6.
8	Nedávná poloha vozidla n-2	Integer	N	Přírůstek zeměpisné šířky a délky s ohledem na aktuální pozici v bloku č. 7.
9	Počet pasažérů	Integer	N	Počet zapnutých bezpečnostních pásů. Nastaveno na 255, pokud tato informace není dostupná.
10	Poskytovatel služeb	String	N	Adresa poskytovatele služeb ve formátu IPv6.

Blok č.	Název	Typ	Popis	
11	Formát	Integer	N	Formát volitelných informací: Žádné, binární, BCD, XML, ASN.1, ASCII.
12	Kontrolní součet		P	Kontrola povinných (P) dat
13	Volitelné informace	String	N	Místo určené poskytovatelům služeb. Formát dle bloku č. 11.

Zdroj: CEN/TS 15722:2009 – Minimální soubor dat pro eCall

Po odeslání těchto dat čeká vozidlová jednotka na obdržení datové zprávy, která potvrzuje úspěšné přijetí minimálních dat. V případě chyby proces opakuje a odesílá data ještě jednou. Struktura datového konceptu potvrzení MSD je znázorněna v tabulce č. 3.

Tab. č. 3 – Specifikace datové zprávy o potvrzení přijetí MSD

Blok č.	Název	Typ	Popis	
1	ID	Integer	P	Nastavení verze formátu MSD na 1 a identifikace MSD zprávy podle bloku č. 1 v tabulce č. 2
2	Status	Integer	P	Transakce dokončena, eCall může být ukončen / Chyba, opakovat nebo iniciovat přenos MSD
3	Kontrolní součet	String	P	Kontrola povinných (P) dat

Zdroj: CEN/TS 15722:2009 – Minimální soubor dat pro eCall

Minimální data poslaná do centra tísňového volání mají pomoci identifikovat nouzovou situaci. V případě, že minimální data nejsou dostačující, je třeba využít druhého balíčku tzv. úplných dat, který získá operátor z externí databáze poskytovatele služeb, se kterým má řidič podepsanou smlouvu a která rozšiřují minimální data o přidané informace.

4.5 *Procesní modely systému tísňového volání*

Bylo vytvořeno pět možných variant pro vytvoření nouzového hovoru:

- 1) Automatický eCall
- 2) Automatický eCall, bez smlouvy se SP (Service Provider)
- 3) Manuální eCall zmáčknutím SOS tlačítka
- 4) Manuální eCall zmáčknutím SOS tlačítka, bez zaplacené smlouvy
- 5) Chybná funkce vedoucí k falešnému hovoru

Dále je každá skupina speciálně popsána pro možné situace:

- Řidič je schopen mluvit
- Řidič je schopen mluvit, ale je nutný překlad
- Tichý hovor
- Hovor uskutečněný očitým svědkem (tzv. samaritánem)

4.5.1 Automatický eCall se smlouvou se SP

Řidič je schopen mluvit

Minimální data a data o poloze ze senzorů ve vozidle jsou přenášeny přes nouzovou linku E112 spolu s hlasovým kanálem. Tyto informace využije operátor v telekomunikačním centru tísňového volání k vyslání potřebné pomoci k místu nehody.

Centrum tísňového volání obdrží v minimálních datech telefonní číslo poskytovatele služby, se kterým má řidič podepsanou smlouvu. Aktivuje konferenční hovor s poskytovatelem služby a vyžádá si přidaná data z jeho databáze.

Vozidlová jednotka je naprogramovaná tak, aby vytvořila zprávu s minimálními daty při aktivaci dvou a více senzorů ve vozidle. Poté vytočí nouzový hovor a minimální data pošle do centra tísňového volání. Úplná data jsou vyslána k poskytovateli služby až po přijetí potvrzení o doručení minimálních dat. Operátor je schopen hlasově komunikovat s řidičem a vyslat co nejrychleji pomoc pro řidiče.

Řidič je schopen mluvit, ale je nutný překlad

Data jsou z vozidlové jednotky vyslána stejně jako v předchozím případě. Operátor po analýze minimálních dat může rychle kontaktovat poskytovatele služby, který s řidičem

naváže konferenční hovor a řidič může komunikovat ve svém rodném jazyce. Operátor centra tísňového volání po obdržení ucelené informace kontaktuje pohotovostní jednotky a může požadovat rychlý zásah.

Tichý hovor

V případě, že operátor nemůže navázat hlasový kontakt s řidičem, je hovor považován za tichý. Operátor má informace o nehodě pouze z minimálních a úplných dat a podle nich se rozhoduje o zásahu. Pohotovostní jednotky mohou být vyslány až po obdržení úplných dat od poskytovatele služby.

Hovor uskutečněný očitým svědkem

Vždy manuální eCall. [13]

4.5.2 Automatický eCall, bez smlouvy se SP

Vozidlová jednotka vyšle sadu minimálních dat. Pokud však řidič nemá podepsanou smlouvu s poskytovatelem služby, nemůže využít výhody přidaných dat, ani jazykové podpory. Centrum tísňového volání obdrží veškeré informace z minimálních dat a z hlasové komunikace s řidičem. [13]

4.5.3 Manuální eCall se smlouvou se SP

Řidič je schopen mluvit

Po stisknutí tlačítka SOS ve vozidle vytvoří vozidlová jednotka zprávu s minimálními daty a pošle je do centra tísňového volání. Stejně jako v případě automatického nouzového hovoru čeká na potvrzení o doručení minimálních dat. Poté vyšle úplná data poskytovateli služby. Centrum tísňového volání naváže hlasový kontakt s řidičem. Také má možnost navázat konferenční hovor s poskytovatelem služby, se kterým má řidič podepsanou smlouvu, a přijmout přidaná data po internetu.

Řidič je schopen mluvit, ale je nutný překlad

V tomto případě centrum tísňového volání naváže konferenční hovor s poskytovatelem služby a řidič může komunikovat v rodném jazyce.

Tichý hovor

V tomto případě je postup shodný jako při manuálním nouzovém hovoru, avšak operátor není schopen navázat hlasový kontakt s řidičem. Veškeré informace pro zásah jsou tedy získány z obdržených minimálních a úplných dat. Pohotovostní jednotky mohou být vyslány až po obdržení úplných dat od poskytovatele služby.

Hovor uskutečněný očitým svědkem

Pokud je řidič svědkem dopravní nehody, může aktivovat tlačítko SOS z důvodu pomoci někomu jinému. Jsou odeslány minimální data a po obdržení potvrzení přijetí minimálních dat i úplná data pro poskytovatele služby. Operátor naváže hlasový kontakt s řidičem, který mu vysvětlí situaci. [13]

4.5.4 Manuální eCall bez smlouvy se SP

Vozidlová jednotka vyšle sadu minimálních dat po stisku SOS tlačítka. Pokud však řidič nemá podepsanou smlouvu s poskytovatelem služby, nemůže využít výhody přidaných dat, ani jazykové podpory. Centrum tísňového volání obdrží veškeré informace z minimálních dat a z hlasové komunikace s řidičem. [13]

4.5.5 Chybná funkce jednotky vedoucí k falešným hovorům

Může nastat situace, kdy bude navázán nouzový hovor, ale nebude existovat nouzová situace. Toto může být způsobeno chybou ve vozidlové jednotce, v senzorech nebo pouze nevhodným zacházením s tlačítkem SOS. Operátor v centru tísňového volání zjistí po navázání hlasového kontaktu, že se jedná o chybnou aktivaci. [13]

4.6 Požadavky na různé části systému eCall

4.6.1 Požadavky na vozidlovou jednotku

4.6.1.1 Tlačítko SOS

Ve vozidle se vyskytují dvě tlačítka. Jedno pro vytočení nouzového hovoru, druhé pro havarijní asistenční služby. Tlačítka budou požívána ve stresových situacích a tomu musí odpovídat jejich ovladatelnost. Proto byly vytvořeny následující požadavky a tlačítka je musí splňovat:

1) Snadná použitelnost

Tlačítko musí být možné stisknout, aniž by řidič nebo spolujezdec opustil sedadlo. Ve všech vozidlech by mělo mít podobný design.

2) Zpětná vazba na uživatele

Slouží pro posádku vozidla, pomocí audio nebo vizuální komunikace ukáže, že je systém funkční.

3) Prevence rozptylování řidiče

Umožnění hands-free ovládání a prvky zajišťující primární pozornost řidiče na dopravu.

4) Prevence falešné aktivace

Když nouzové volání vyvolá očitý svědek a ne účastník nehody, centrum tísňového volání se může stát přetížené a může chybně interpretovat informace.

[13]

4.6.1.2 Fyzické komponenty

Externí součástky jsou při dopravní nehodě nejnáchylnější k poškození.

- V případě zničení externí antény by ve vozidlové jednotce měla být nainstalována *interní anténa*. Vozidlová jednotka musí být schopna rozpoznat, že je externí anténa poškozena a ve velmi krátkém čase přepnout na anténu interní.
- V případě poničení zdroje energie, tedy *baterie*, vozidlová jednotka musí mít záložní zdroj energie pro vyslání nouzového signálu.
- Fyzické komponenty *vozidlové jednotky* musí být umístěny na takovém místě ve vozidle, které je nejodolnější proti poškození.
- Také je nutné nainstalovat záložní *mikrofon, reproduktor a SIM kartu*. [13]

4.6.2 Požadavky na centrum tísňového volání

Telefonické centrum tísňového volání (TCTV) představuje klíčový komunikační kanál mezi havarovaným vozidlem a záchrannými jednotkami. Předává informaci o místě a závažnosti nehody. Z tohoto důvodu jsou vytvořeny následující technické požadavky na centrum tísňového volání:

- Vysokorychlostní bezchybný přenos dat od centra tísňového volání k telekomunikačnímu operátorovi, aby bylo možné přijímat minimální data a GSM informace o poloze a stahovat úplná data od poskytovatele služeb.
- Centrum musí být schopné pracovat s daty v angličtině pro řešení akutních situací (angličtina je uznána jako oficiální jazyk používaný v nouzových situacích).
- Systém musí poskytovat velmi dobré pokrytí mobilní sítí pro spolehlivou hlasovou komunikaci. Tato komunikace ujistí volajícího a napomůže okamžitému zásahu záchranných jednotek.
- Centrum tísňového volání musí být schopno přijímat a obsluhovat hovory E112 (hlasový kanál a stahování minimálních dat).
- Bezporuchové linky mezi centrem tísňového volání a databází poskytovatele služeb pro poskytnutí rychlé a spolehlivé komunikace.
- Internetové připojení pro přenos dat s přidanou hodnotou. [13]

4.6.3 Požadavky na zabezpečení

Z důvodu přenášení důvěrných a osobních dat je bezpečnost jednou z priorit. Komunikační kanály mezi vozidlem, centrem tísňového volání a poskytovatelem služby je nutné zajistit proti vnějšímu zásahu. Důležitá hlediska virtuálních sítí jsou následující:

Důvěrnost dat – Třetí strana by neměla být schopná dekodovat důvěrné informace posílané mezi dvěma stranami.

Ověření identity – Strany, které mezi sebou komunikují, by si měli být jisté identitou protějšku.

Oprávnění - Partner užívající síť by měl buď mít právo, nebo by mu mělo být zabráněno využívání důvěrných dat.

Kontrola přístupu – V žádném případě by nemělo být umožněno jakékoliv třetí straně vstupovat do systému bez náležitého oprávnění. [13]

4.7 Komerční systémy nouzového volání

Nápad systému nouzového volání měly automobilky již před zahájením evropského projektu eCall. Některé automobilky již podobné systémy nabízejí s rozšířenými funkcemi a vlastními centry tísňového volání. Tyto systémy ale nabízejí za úplatu.

4.7.1 Volvo on call

Systém zabudovaný v automobilech Volvo, který byl vyvinut jako jeden z prvních na světě.

Nabízené služby:

Pomoc v nouzi: Pokud se v průběhu nehody aktivují airbagy nebo předpínače bezpečnostních pásů, odešle se automaticky upozornění do krizového centra Volvo. Vyškolený operátor pak vyšle na místo nehody lokalizované systémem GPS záchrannou službu a policii a pokusí se s posádkou spojit pomocí vestavěného telefonu. Služba také nabízí tlačítko SOS pro rychlé manuální přivolání pomoci, například v případě svědectví dopravní nehody.

Pomoc na silnici: V případě poruchy vozidla máte vždy pomoc po ruce. Stiskem tlačítka Volvo on call se spojíte s operátorem, který k vám navede odtahovou službu. Upozornění na krádež vozidla a jeho vysledování – pokud se někdo pokusí neoprávněně vniknout do vozu, je na to automaticky upozorněn zákaznický servis Volvo on call, který po ověření situace vyrozumí policii a poskytne jí aktuální polohu vozidla.

Dálkové odemknutí dveří: Při nešťastném zabouchnutí klíčků uvnitř auta je asistenční služba po identifikaci majitele schopna dálkově odemknout auto. [16]

4.7.2 OnStar

Systém fungující v severní Americe, je možné jej namontovat téměř do všech modelů automobilů. Pořizovací a provozní náklady jsou relativně malé. Nabízené služby jsou téměř stejné jako u systému Volvo on call, automatické přivolání záchranných složek a policie při zachycení dopravní nehody senzory, nebo možnost manuálního přivolání pomoci tlačítkem SOS, upozornění na krádež vozidla, dálkové odemknutí dveří, asistence při poruše. Operátoři systému OnStar navíc nabízí vyhledání nejbližších kulturních středisek, památek nebo restaurací. [17]

4.7.3 Další systémy

BMW Assist: Automobilka BMW v této oblasti spolupracuje s Vodafone Passo. Nabízí služby nouzové a zdravotní asistence v případě dopravní nehody nebo jejím svědectví, služba asistence při poruše, kdy zákazník po kontaktování operátora počká na příjezd odtahového vozu a je mu nabídnut alternativní transport. Operátoři jsou také schopni řidiči zajistit v případě potřeby ubytování. [18]

Mercedes-Benz TeleAid: Nabízí asistenční služby v případě dopravní nehody nebo poruchy, a také při drobných problémech jako je ztráta klíčků od auta nebo informace pro řidiče v případě načerpání špatného paliva. Systém vytočí automaticky nouzový hovor v případě spuštění airbagu a dalších senzorů ve vozidle. [19]

5 Legislativa

5.1 Normy k systému eCall

Pro efektivní fungování systému na území Evropské unie je nejdůležitější jeho interoperabilita na celém území, které eCall pokrývá. Jako příklad můžeme uvést vozidlo, které je vyrobeno v Koreji, prodáno v Německu a provozované na území České Republiky, je účastníkem dopravní nehody v Itálii. Celý systém musí fungovat tak, jako by se vše odehrálo na území jednoho státu a poskytnout řidiči identickou službu. Kvůli tomuto je třeba stanovit právní předpisy a sjednotit podmínky, obzvláště v komerční oblasti, kde by rivalita mezi konkurenty mohla způsobit nekompatibilitu celého systému. Toto zajistí standardizace celého systému pomocí mezinárodně uznávaných norem CE, CEN, TS a ETSI. Země nepatřící do EU se mohou k systému také připojit. Avšak budou muset k těmto normám přistoupit dobrovolně. V tabulce číslo 4 je uveden seznam všech použitých norem. [15]

Tab. č. 4 – Seznam vydaných a použitých norem pro eCall

Název	Norma
eCall požadavky pro přenos dat	3GPP TS 22.101 ETSI TS 122 101
eCall diskriminátor, tabulka 15.5.135d	3GPP TS 24.008 ETSI TS 124 008
eCall Přenos Dat - Obecný popis	3GPP TS 24.008 ETSI TS 124 008
eCall Přenos Dat - ANSI-C Referenční kód	3GPP TS 26.268 ETSI TS 126 268
eCall Přenos Dat – Zkoušení shody	3GPP TS 26.269 ETSI TS 126 269
eCall Přenos Dat - Charakterizace zprávy	3GPP TS 26.969 ETSI TS 126 969
eCall Přenos Dat – Technická zpráva - Charakterizace zprávy	3GPP TR 26.969 ETSI TR 126 969
eCall minimální soubor dat	CEN EN 15722
Provozní požadavky na panevropský eCall	CEN EN 16072
Vysokoúrovňové aplikační požadavky na eCall	CEN EN 16062
Datový registr	ISO/EN 24978:2009

Zdroj: http://www.heero-pilot.eu/ressource/static/files/ecall_table_of_standards.pdf

5.2 Rozhodnutí Evropské komise v prosinci r. 2014

5.2.1 Datum zavedení systému eCall

Evropská komise v prosinci roku 2014 uzavřela dohodu o povinném zavedení systému eCall v Evropě a opět odsunula termín, nyní na rok 2018.

Dle této dohody musí být všechny nové modely osobních aut a lehkých užitkových vozů vybaveny systémem eCall nejpozději do 31. března 2018. V následujících třech letech Evropská komise rozhodne, zda by měl být systém eCall rozšířen na větší vozidla, například autobusy, či nákladní automobily s celkovou hmotností nad 12 tun. [6]

5.2.2 Bezpečnost osobních dat

Dalším bodem, na kterém se Evropská komise dohodla, bylo zacházení s osobními daty uživatelů. Podle zákona bude zakázáno sledovat polohu vozidla, nebo jiná data z vozidlové jednotky. To znamená, že vozidlová jednotka systému eCall zůstane nečinná až do vytočení nouzového hovoru. Pokud k nehodě dojde a centrum tísňového volání data obdrží, ať už přímo z vozidla nebo od poskytovatele služeb, data nesmí být poskytnuta třetím stranám bez výslovného souhlasu zúčastněné osoby, které se data týkají.

Systém eCall také bude muset umožnit úplné a permanentní smazání všech shromážděných dat. Jasné informace o shromažďování a zpracovávání všech informací systémem bude muset být uvedeno jak v uživatelské příručce vozidla, tak na určených webových stránkách. [6]

5.2.3 Koordinace s již fungujícími systémy třetích stran

Někteří výrobci vozidel již nabízí řidičům podobné systémy použitím soukromých telefonních center. Dohoda Evropské komise ustanovila vztah mezi veřejným systémem eCall a systémy třetích stran, též zvané TPS (Third Party Services). Tyto systémy mohou být nadále v provozu a pomáhat řidičům, ale musí být zajištěno, že v případě selhání TPS musí veřejný eCall automaticky soukromou službu „nahradit“. Vlastník vozidla si také kdykoliv může vybrat službu veřejného eCallu na úkor soukromé služby. [6]

Toto zastřešuje norma EN 16102 TPS eCall, která byla schválena již v roce 2011. Nouzová zpráva z vozidla je doručena do centra tísňového volání třetí strany, zvané TPSP

(third party service provider) a je navázán hlasový kontakt. TPSP přeпоšle nouzovou zprávu spolu se sadou minimálních dat (definované dle normy EN 15722) do centra tísňového volání a naváže přímý hlasový kontakt mezi vozidlem a PSAP.

Hlavním rozdílem je, že komunikace v případě TPS eCallu neprobíhá přes nouzovou linku E112. Za funkční komunikaci odpovídá třetí strana, ale v případě selhání si vozidlo vždy přivolá pomoc veřejným eCallem. Jednou z výhod TPS je lepší filtrování falešných hovorů, která jsou nechtěná nebo nejsou nouzová, díky mezičlánku ve formě TPSP. Některá centra tísňového volání tuto možnost vítají, protože jim ulehčí náporu hovorů. Jiná jsou však proti, protože by TPSP nemělo mít pravomoc provádět takové rozhodnutí. Další výhodou je, že může třetí strana poskytnout dodatečné (osobní/zdravotní) informace o posádce. [14]

6 Popis nárazových zkoušek

Tato kapitola je zaměřená na popis nárazových zkoušek vozidel, jejich druhy a parametry. Dále jsou zmíněny figuríny požívané v těchto testech a jejich specifikace. Poslední kapitola se zabývá biomechanickými kritérii poranění a jejich výpočtem.

6.1 Evropská legislativa pro testování vozidel EHK č. 94 a 95

Vozidla provozovaná na území Evropské unie musí při homologačních zkouškách prokázat splnění předpisů EHK. Konkrétní předpisy EHK 94 a 95 ustanovují podmínky pro schvalování vozidel při čelním a bočním nárazu.

6.1.1 EHK č. 94

Předpis s názvem „Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících při čelním nárazu“ (Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the protection of the occupants in the event of frontal collision) specifikuje testované vozidlo, zkušební bariéru a měřené veličiny při čelní nárazové zkoušce. Také sjednocuje vyhodnocování výsledků.

Podmínky testu:

Rychlost v okamžiku nárazu musí být v rozmezí 56 – 57 km/h. Pokud vozidlo splní podmínky při vyšší zaznamenané rychlosti, není třeba test opakovat. Minimálně 5 m před bariérou musí být rozjezdová dráha rovná a hladká, vozidlo se v okamžiku nárazu pohybuje pouze setrvačnou silou. Na předních sedadlech jsou umístěny dvě figuríny vyhovující předpisům EHK č. 14 a 16 připoutané bezpečnostním pásem.

Testované vozidlo:

Vozidlo musí být shodné s vozem běžně provozovaným, jeho hmotnost i její rozložení. Řadicí páka je v poloze „neutrál“, okna jsou zavřená, volant je zajištěn tak, aby se vozidlo pohybovalo rovně. Zadržné systémy vozidla musí být aktivní. V palivové nádrži je voda o hmotnosti 90% plné nádrže naplněné skutečným palivem. Ostatní provozní kapaliny mohou být odstraněny, musí se však vhodně nahradit jejich hmotnost.

Zkušební bariéra:

Minimální hmotnost pevné bariéry je 70 tun. Na ni je připevněna deformovatelná část z voštinového bloku. Na něm je připevněn nárazník. Překrytí vozidla při nárazu je 40%

s tolerancí 20 mm, výchozí hodnota je maximální šířka vozu bez zrcátek (viz zkoušky Euro NCAP v kapitole 5.2.1)

Měřené veličiny na figuríně:

1. Hlava – akcelerace ve třech osách
2. Krk – tahová a smyková síla působící zepředu dozadu a ohybový moment
3. Hrudník – průhyb žeber směrem k páteři
4. Nohy – tlaková, axiální síla a ohybové momenty na stehenní a holenní kosti

Naměřené veličiny se vyhodnocují pomocí biomechanických kritérií poranění popsaných v kapitole 5.3. [27]

6.1.2 EHK č. 95

Předpis s názvem „Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících při bočním nárazu“ (Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to protection of the occupants in the event of lateral collision) specifikuje testované vozidlo, zkušební bariéru a měřené veličiny při boční nárazové zkoušce. Také sjednocuje vyhodnocování výsledků.

Podmínky testu:

V tomto testu je vozidlo v klidu, z boku do něj naráží vozík rychlostí 50 km/h s tolerancí 1 km/h. Hmotnost vozíku je dána na 950 kg, rozchod kol 1500 mm, rozvor 3000 mm. Na nárazové části vozíku je deformovatelná část z voštiny. Bariéra se nejméně 0,5 m před nárazem musí pohybovat konstantní rychlostí.

Testované vozidlo:

Vozidlo musí být shodné s vozem běžně provozovaným, jeho hmotnost i jejím rozložením. Řadicí páka je v poloze „neutrál“, okna jsou zavřená, volant je zajištěn tak, aby se vozidlo pohybovalo rovně. Zadržné systémy vozidla musí být aktivní. V palivové nádrži je voda o hmotnosti 80% plně nádrže naplněné skutečným palivem. Ostatní provozní kapaliny mohou být odstraněny, musí se však vhodně nahradit jejich hmotností. Opěradla jsou sklopena tak, aby výsledný sklon hrudníku figuríny byl 25°. Při těchto testech se používá figurína Euro SID II (viz. kapitola 5.2.5).

Měřené veličiny na figuríně:

1. Hlava – akcelerace ve třech osách
2. Hrudník – průhyb žeber směrem k páteři
3. Pánev – působící síla v oblasti stydké kosti
4. Břicho – působící síla

Naměřené veličiny se vyhodnocují pomocí biomechanických kritérií poranění popsanych v kapitole 5.3. [28]

6.2 Euro NCAP

Před uvedením vozidla do provozu musí vozidlo projít tzv. homologačními zkouškami. Cílem těchto testů je zjistit, zda je vozidlo způsobilé k provozu. Výsledek těchto zkoušek může být dvojitý – vyhovující nebo nevyhovující. Dalším druhem testů prováděných v Evropě jsou testy Euro NCAP. Oproti předpisům EHK 94 a 95 se vyznačují vyšší nárazovou rychlostí, jejich výsledky však nejsou podmíněné pro běžný provoz, ale pouze informativní pro širší veřejnost. Druhy nárazů, které se provádí jako součást testu Euro NCAP:

- čelní náraz s přesazením
- boční náraz
- boční náraz do sloupu
- střet s chodcem

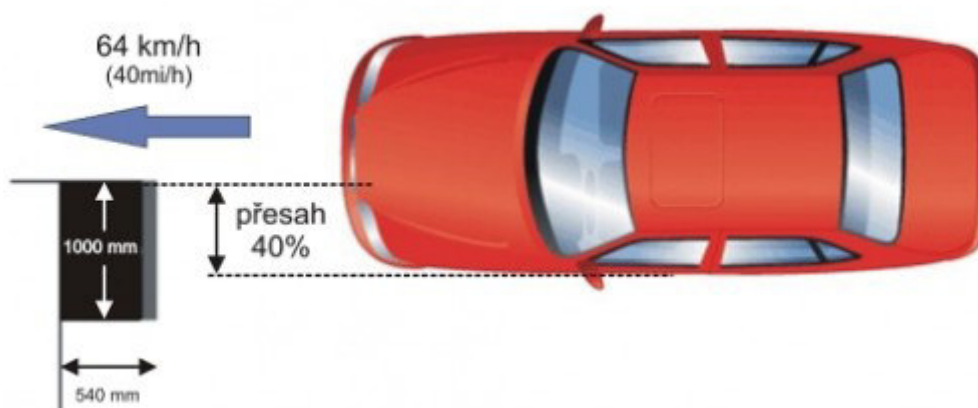
Výrobce vozidla nerozhoduje o zařazení nebo nezařazení modelu svého vozidla do testování. Jsou vybírány náhodně, často podle aktuální prodejnosti. Výrobce je pozván na zkoušku, aby mohl ověřit podmínky testů. Po provedení nárazové zkoušky a extrakci dat z přístrojů se vytvoří konečné hodnocení. Euro NCAP hodnotí vozy pomocí hvězdiček, kdy pět hvězdiček je nejlepší výsledek. Toto zobrazení výsledku je pro svou jednoduchost vhodné pro širokou veřejnost.

6.2.1 Čelní náraz s přesazením

Vozidlo naráží do deformovatelné bariéry s 40% překrytím. Překrytí znamená, že vozidlo naráží do bariéry pouze svou částí, ne celou šířkou (viz obr. č. 8, str. 30). Šířka vozu je definována jako nejširší část vozu bez zrcátek, velikost přesazení je 40% z této hodnoty. Energie nárazu se tedy spotřebovává na mnohem menší ploše. Tyto podmínky byly stanoveny statistickým zpracováním reálných čelních střetů z běžného provozu. Oproti homologačním

testům je rychlost o 8 km/h vyšší, rychlost vozu při nárazu je 64 km/h. Bariéra má šířku 1000 mm, hloubku 540 mm a je vytvořena z lisovaného plechu do tvaru šestiúhelníku. Za ní se nachází pevná bariéra. [20]

Obr. č. 8 – Zobrazení zkoušky čelního nárazu s přesazením

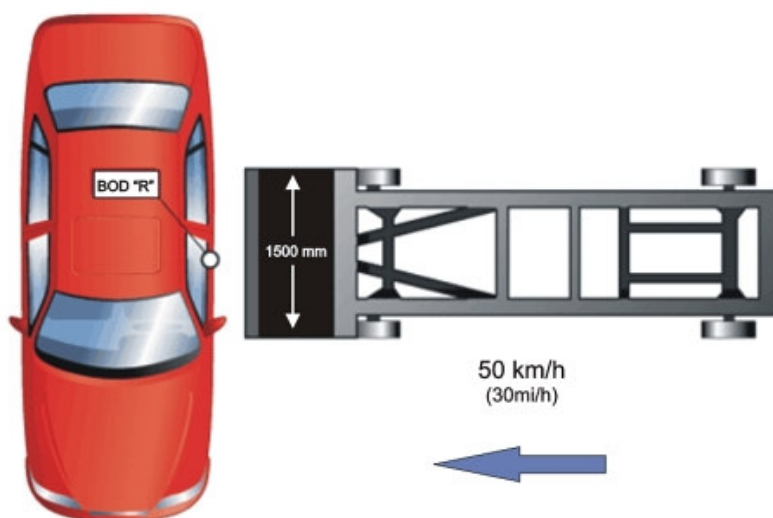


Zdroj: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_ncap_frontal_impact_001.jpg

6.2.2 Boční náraz

Při této nárazové zkoušce najíždí vozík jedoucí rychlostí 50 km/h do boku stojícího vozidla. Rozměry vozíku jsou 1500 mm x 500 mm, hmotnost 950 kg, jeho přední strana je deformovatelná (hliníková slitina) a simuluje jiný automobil. Náraz je veden do bodu R (viz obr. č. 9), v jehož ose kolmé k ose pohybu vozu má statisticky 95% sedících lidí kyčel.

Obr. č. 9 – Zobrazení zkoušky bočního nárazu

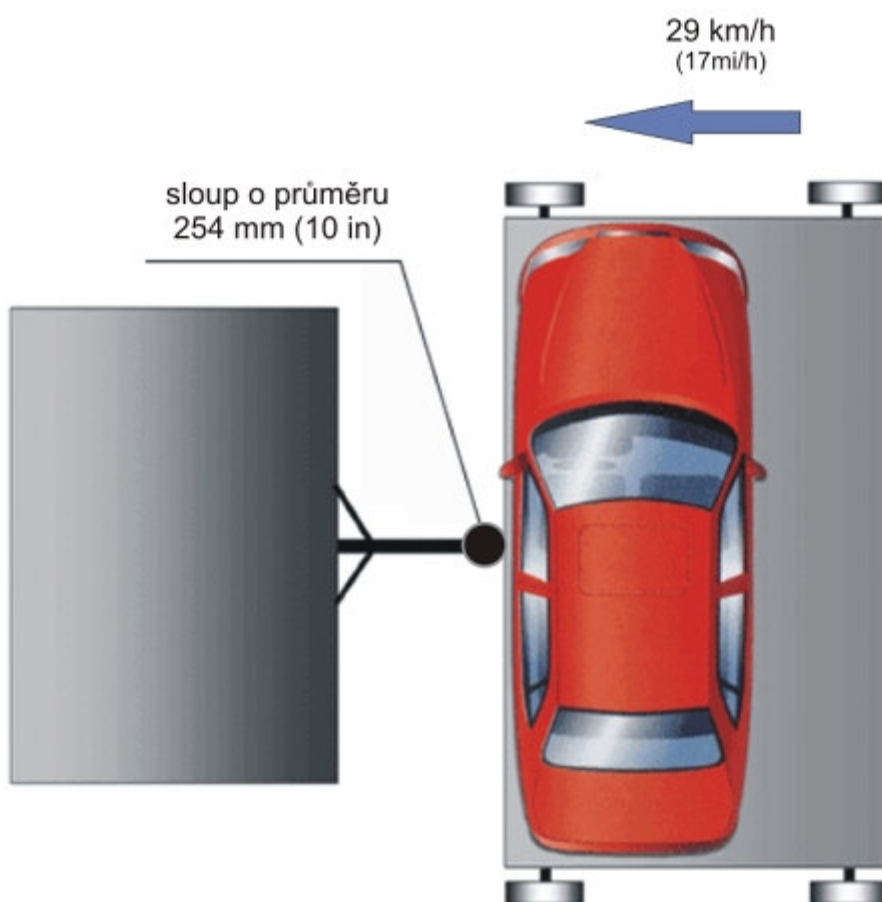


Zdroj: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_ncap_side_impact_001.jpg

6.2.3 Boční náraz do sloupu

Ve velkém procentu nehod, kdy veškerou kinetickou energii musí absorbovat bok vozidla, nejde o srážku dvou vozidel, ale o náraz do pevné překážky (sloup, strom). Tyto překážky mají zpravidla malou čelní plochu a při nárazu pronikají hluboko do prostoru pro řidiče nebo spolujezdce. Kvůli tomuto začali výrobci automobilů instalovat do vozidel boční airbasy, které chrání hlavu posádky při bočním nárazu. Míru poranění hlavy popisuje tzv. HIC (Head Injury Criterion), o kterém je psáno v kapitole 5.3. Jako limitní hodnota HIC se uvádí 1000, což je hodnota, při kterém je velká pravděpodobnost vážného poranění mozku. Při testech bočního nárazu do sloupu byly zaznamenány hodnoty až 5000, což znamená jistou smrt. Při testech s bočními airbasy dosahují hodnoty HIC 100 až 300. Vozidlo je umístěno na pevné plošině a posláno proti pevné tyči rychlostí 29 km/h. Průměr tyče je 254 mm. [21]

Obr. č. 10 – Zobrazení zkoušky bočního nárazu do sloupu



Zdroj: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_ncap_pole_impact_001.jpg

6.2.4 Střet automobilu s chodcem

Tato zkouška jako jediná nezkoumá bezpečnost posádky vozu, ale bezpečnost chodců při vzájemné kolizi při rychlosti 40 km/h. Na vůz dopadají tělesa přesně stanovených rozměrů a hmotností pod příslušným úhlem. Tělesa jsou celkem čtyři a každé simuluje jinou část těla při dopadu (viz obr. č. 11 vlevo):

- Část nohy pod kolenem
- Stehno
- Hlava dítěte
- Hlava dospělého člověka

Na základě těchto testů se vyhodnocuje míra rizika poranění jednotlivých částí těla v daném místě na kapotě (viz obr. č. 11 vpravo). Pro každý vůz se nalezne nejbezpečnější a také nejnebezpečnější místo na povrchu vozu pro chodce. [22]

Obr. č. 11 – Zobrazení zkoušky střetu automobilu s chodcem (vlevo) a jeho hodnocení (vpravo)



Zdroj: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_euro_ncap_004.jpg

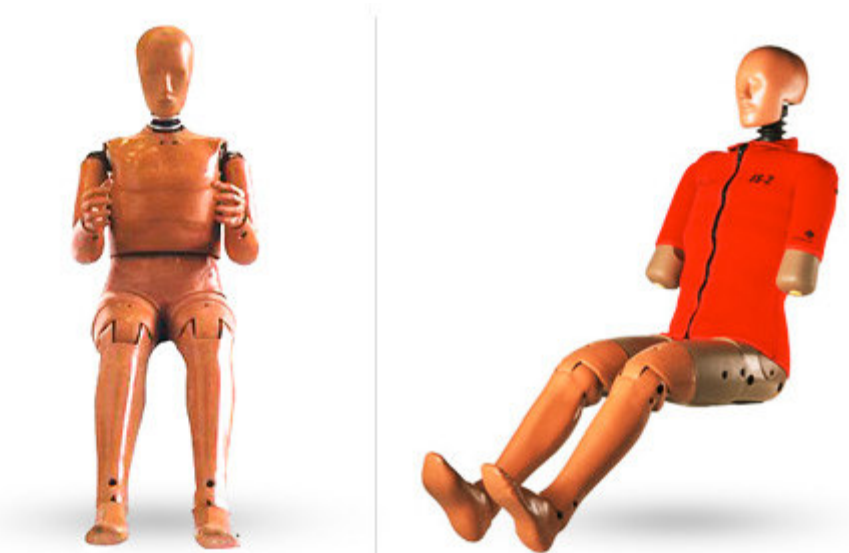
6.2.5 Zkušební figuríny

Nárazové zkoušky mají za úkol bezpečně odhalit poranění posádky při různých nouzových situacích na silnici. V minulosti se některé zkoušky prováděly s živými lidmi. Občas však byly následky tragické, protože nešlo zajistit bezpečnost dobrovolníka. Také se používala mrtvá těla, po nehodě však tělo poskytovalo pouze limitovaný zdroj informací. Zlom nastal po zavedení figurín.

Figurína je kovová kostra potažená pryžovou vrstvou. Ve vnitru jsou umístěny snímače fyzikálních veličin. Pro testy Euro NCAP jsou normovány dva různé typy figurín. Hybrid III se používají pro čelní náraz, Euro SID II se používají pro boční náraz (viz obr. č. 12, str. 33).

Dětské figuríny jsou umístěny na zadních sedadlech. Cena jedné figuríny přesahuje £100,000.
[23]

Obr. č. 12 – Figuríny Hybrid III (vlevo) a Euro SID II (vpravo)



Zdroj: https://www.dtest.cz/img/thumb/10127_31786ef188.jpg

Každá část figuríny obsahuje senzory, které zaznamenávají informace o dopadu nárazové zkoušky na její tělo. Z těchto informací se vyvodí typ poranění a jeho závažnost, které by utrpěla skutečná osoba ve vozidle.

Funkční části figurín:

Hlava – Je vyrobena z hliníkové slitiny a pokryta gumou. Obsahuje tři akcelerometry, které získávají data o zrychleních působících na lidský mozek při srážce.

Krk – Senzory měří ohyb a napětí na krku, když je hlava při nárazu vržena vpřed a vzad.

Ruce – Neobsahují měřicí přístroje. Vážné poranění je vzácné a ochrana velmi složitá.

Hrudník (Hybrid III) – Sleduje se namáhání hrudního koše při čelním nárazu. Pokud jsou tlaky na hrudník moc vysoké, dojde k poranění.

Hrudník (Euro SID II) – Tři žebra, u kterých se měří deformace a rychlost jejich deformace při bočním nárazu. Konstrukce hrudníku je zcela odlišná od figuríny Hybrid III.

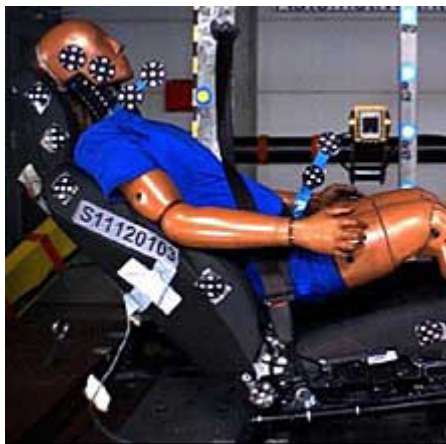
Břicho – Senzory zaznamenávají síly, které způsobí poranění břicha.

Pánev – Při bočním nárazu nám ukáže možné zlomeniny pánevní kosti nebo vymknutí kyčle.

Nohy – Senzory ve stehenní části, kolenou, lýtkové části, chodidlech i v kotnících. Jsou zaměřené na detekci zlomenin a jiných poranění dolních končetin a kloubů. Přístroj v kolenu měří síly, které koleno přenáší, pokud narazí na spodní část přístrojové desky.

Dalším typem figuríny používaným při Euro NCAP je typ BioRID II. Byla vyvinuta pro testování opěrky hlavy při zadním nárazu. Figurína je založená na typu Hybrid III, obsahuje však dokonalejší páteř se 24 obratli (viz obr. č. 13).

Obr. č. 13 – Figurína BioRID II



Zdroj: http://www.theaa.com/resources/images/motoring_advice/whiplash-dummy-220x.jpg

Ke sledování figurín při nárazových zkouškách se používají vysokorychlostní kamery, z jejichž záznamu můžeme přesně sledovat pohyb jednotlivých částí figuríny.

6.3 Kritéria poranění při nárazových zkouškách

Biomechanická kritéria poranění byla stanovena pro určení typu zranění a jeho vážnosti při z nárazových zkouškách, které lze aplikovat na reálné dopravní nehody. Výpočet se provádí na základě mechanického namáhání organismu během nárazu. Také určují maximální možné hodnoty namáhání, které je průměrný člověk schopen přežít.

6.3.1 Důvody vzniku biomechanických poranění

1. Fáze nárazu

- První fáze – náraz karoserie do překážky
- Druhá fáze – střet pasažérů ve vozidle s jeho interiérem jako je volant, sloupek řízení, palubní deska nebo čelní sklo
- Třetí fáze – V lidském těle se orgány volně pohybují. Při silách, jaké se vyskytují u srážky, hrozí jejich poranění:
 - Stlačením
 - Působením setrvačných sil
 - Tlakovou vlnou

2. Ponehodová poranění

- Vznik nebezpečné situace jako následek nehody
 - Požár
 - Voda
 - Nestabilita konstrukce

6.3.2 Kritérium poranění hlavy HIC

Poranění hlavy při dopravních nehodách je ze všech druhů poranění považováno za nejzávažnější, protože u něj dochází k poškození mozku. Ten je v lebeční dutině volně uložen a při srážce hrozí jeho pohmoždění právě o lebeční kost. Také hrozí náraz hlavy samotné do interiéru vozidla a fraktura lebky. Pravděpodobnost poranění hlavy se počítá kritériem HIC (Head Injury Criterion). Vstupní informací pro výpočet jsou data z akcelerometrů umístěných v hlavě zkušební figuríny a počítá se takto:

$$HIC = \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a \cdot dt \right]^{2,5} \cdot (t_2 - t_1)$$

a.....zrychlení naměřené zkušební figurínou [m/s²]

t_{1,2}.....doba působení sil

Pokud došlo ke kontaktu hlavy s interiérem vozidla, za t_2-t_1 se dosazuje 15 ms (HIC₁₅). Pokud ke kontaktu nedošlo, například díky aktivaci airbagu, za t_2-t_1 se dosazuje 36 ms (HIC₃₆). Hodnota HIC je přímo úměrná velikosti zrychlení (resp. zpomalení) vozidla a nepřímo úměrná časovému intervalu, ve kterém síly působí. Jako limitní hodnota je uváděna hodnota HIC = 1000. [24]

6.3.3 Kritérium poranění hrudníku

1. Třímilisekundové kritérium – 3ms

Toto kritérium stanovuje limitní hodnotu zrychlení, které může působit na hrudník po dobu 3 ms, na 60g.

2. Viskózní kritérium

Toto kritérium se používá pro čelní i pro boční náraz. Vzorec nastavuje limitní hodnotu rychlosti deformace hrudníku. Poměrový a deformační faktor jsou dané konstanty závislé na použité testovací figuríně. [24]

$$VC = SF \cdot \max \left(\frac{dD(t)}{dt} \cdot \frac{D(t)}{DF} \right)$$

SF..... Poměrový faktor (Scale Factor),

DF.....Deformační faktor (Deformation Factor),

D(t).....deformace hrudníku v čase (t) [mm],

Tab. č. 5. Hodnoty poměrového a deformačního faktoru pro dané typy figurín

Typ figuríny	Poměrový faktor	Deformační faktor
Hybrid III 95%	1,3	254
Hybrid III 50%	1,3	229
Hybrid III 5%	1,0	187
Bio SID	1,0	175
Euro SID-1	1,0	140
ES-2	1,0	140
SID-II	1,0	138

Zdroj: [24]

6.3.4 Kritérium poranění krční páteře

Poranění krku, které je způsobené setrvačnými účinky relativního pohybu hlavy a trupu. Při pohybu hlavy vzad dochází ke zlomeninám obratlů, porušení vazů, či poranění míchy. Následek těchto zranění může být až ochrnutí dolních i horních končetin. Kritérium poranění krční páteře se nazývá N_{ij} (Normalized Neck Injury Criterion) a počítá se následovně [24]:

$$N_{ij} = \frac{F_z}{F_{zc}} + \frac{M_{OCy}}{M_{yc}}$$

F_zaxiální síla působící na krk

M_{OCy}ohybový moment

F_{zc}, M_{yc}tabulkové hodnoty závislé na použitém typu figuríny

6.3.5 Kritérium závažnosti poranění AIS

Kritérium AIS (Abbreviated Injury Scale) slouží pro sjednocení všech ostatních kritérií poranění, matematických modelů a reálných případů zranění do jedné stupnice. Tato stupnice je číslovaná od 0 do 6, čím vyšší číslo, tím vážnější poranění. Pokud nelze typ poranění určit, závažnost se hodnotí stupněm 9 (viz tab. č. 6).

Tab. č. 6. - Hodnocení zranění podle stupnice AIS

Stupnice	Hodnocení
0	bez zranění
1	malé zranění
2	střední zranění
3	vážné zranění
4	velmi vážné zranění
5	kritické zranění
6	maximální (nelze přežít)
9	neznámé

Zdroj: <http://www.trauma.org/archive/scores/ais.html>

Dále je pro každou úroveň stupnice přiřazen reálný příklad poranění pro hlavu, hrudník, břicho, páteř a končetiny (viz tab. č. 7). Pro kritéria poranění hlavy, krku a hrudníku lze přiřadit alternativu na stupnici AIS. [24]

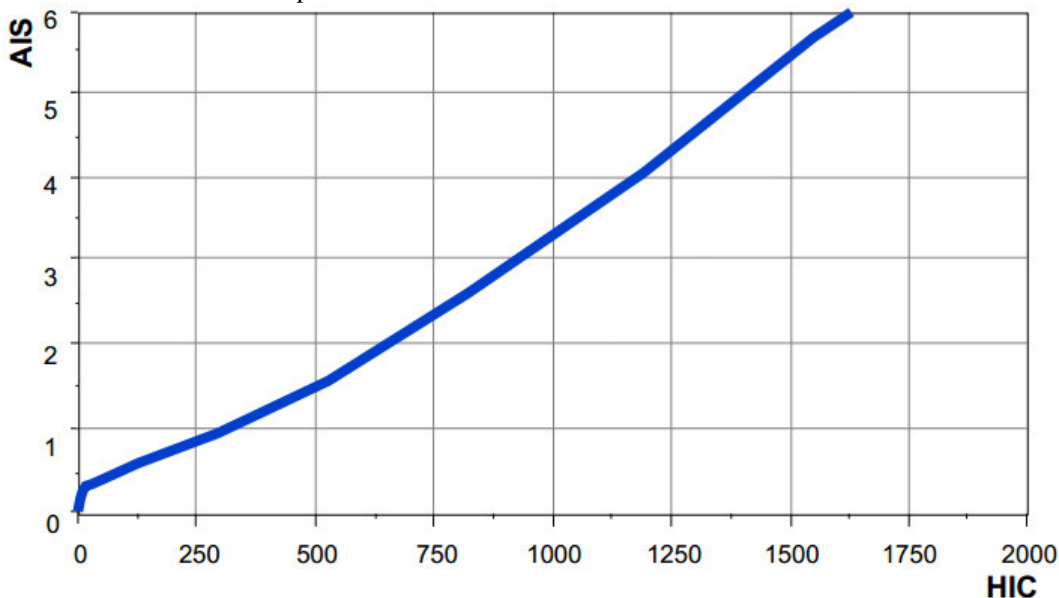
Tab. č. 7. – Hodnocení závažnosti poranění podle metodiky AIS

AIS	Hlava	Hrudník	Břicho	Páteř	Končetiny
1	Bolest, malátnost	Zlomenina jednoho žebra	Povrchové poranění	Natažení	Zlomenina prstu
2	Bezvědomí 1 hod, Lin. zlomenina	Zlomenina 2-3 žeber, sternum	Poranění, kontuze jater, ledvin	Malá zlomenina bez vlivu na kanál	Jednotlivá zlomenina tibie, pánve
3	Bezvědomí 1-6 hod., vpáčená zlomenina	≥4 žebra, 2-3 žebra + pneum. nebo hemotorax	Slezina, ledviny – velké poranění	Prasklý disk s poškozením nervu	Vykloubení kolena; Zlomenina stehenní kosti
4	Bezvědomí 6-24 hod.; Otevřená zlomenina	≥4 žebra s pneum. nebo hemoth. - kolaps hrudníku	Játra velké zranění, roztržení	Částečné poškození míchy	Amputace nad kolenem, rozdrcená pánev

Zdroj: Doc. Ing. Jan Kovanda, CSc.: Pasivní bezpečnost. Skripta ČVUT-FD, str. 15

Existují studie, zabývající se vztahem metodiky hodnocení AIS s ostatními kritérii biomechanických poranění. Na základě dat z experimentů byly vytvořeny tabulky a grafy, které znázorňují jejich vztah. Na obrázku č. 14 je znázorněn převod mezi stupnicí AIS a HIC.

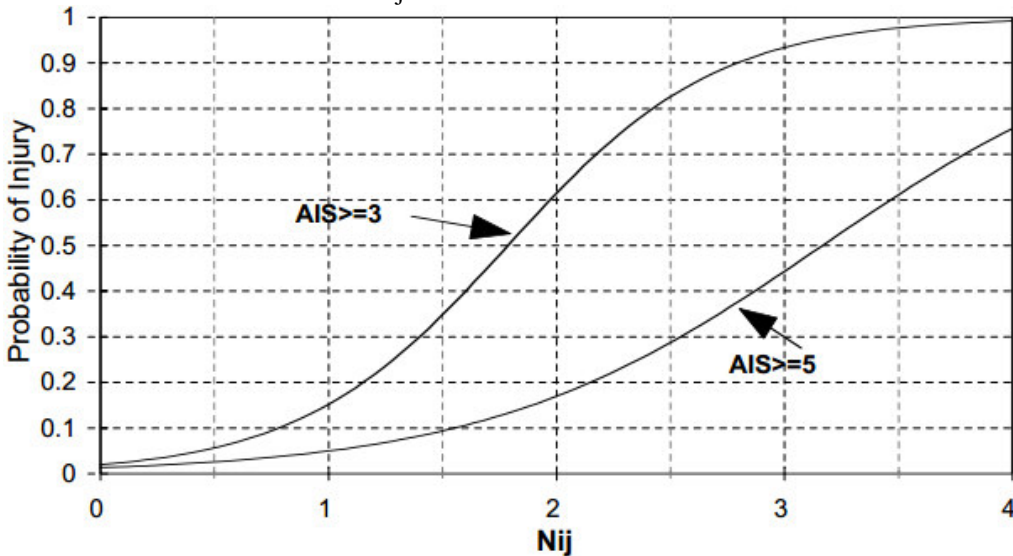
Obr. č. 14 – Vztah mezi stupnicemi HIC a AIS



Zdroj: Dr. M. Shojaati, IVT, ETH Zurich: Correlation between injury risk and impact severity index ASI, 2003

Pro kritérium poranění krční páteře (N_{ij}) vypadá křivka následovně, kdy je ke kritériu N_{ij} přiřazena pravděpodobnost vzniku poranění příslušného stupně AIS:

Obr. č. 15 – Vztah mezi kritériem N_{ij} a AIS



Zdroj: [24]

7 Vyhodnocení dat nárazových zkoušek

Ve třech reálně provedených nárazových zkouškách byla ve vozidle umístěna mimo jiných senzorů také vozidlová jednotka eCall. Tato část práce se zabývá propojením systému eCall s vyhodnocováním pasivní bezpečnosti vozidel, vyhodnocením dat z nárazových zkoušek a ověří, zda je možné systém eCall využít pro odhad následků dopravních nehod.

V této kapitole je popsáno vybavení, které bylo použito při provádění nárazových zkoušek a také průběh s výsledky nárazových zkoušek samotných.

7.1 Měřící vybavení

7.1.1 Jednotka eCall

V nárazových testech byl umístěn prototyp vozidlové jednotky systému eCall, který byl vyvinut v rámci projektu „Výzkum způsobu odhadu následků dopravních nehod a jejich využití v systému eCall“. V tomto typu je jednotka implementovaná do jediné jednotky, která obsahuje dvouosý akcelerometr, měřící zrychlení v podélné ose vozidla a příčné ose vozidla (viz obr. č. 16 a 17 na str. 41). Při překročení přípustných hodnot GSM modul v jednotce automaticky vytočí hovor na přednastavené číslo. V ostrém provozu to bude 112. Jednotka také zaznamenává údaje o průběhu srážky, které je schopná odeslat po datové síti telekomunikačního operátora, nebo je lze získat zpětně připojením jednotky k výpočetní technice. Součástí jednotky je také tlačítko SOS, které slouží pro manuální vytočení nouzového hovoru. Dále jednotka obsahuje modul pro připojení komunikačního zařízení, skrz které bude pasažér komunikovat s operátorem centra tísňového volání. Ke komunikačnímu modulu lze připojit mikrofon a reproduktor. Pro případ vybití baterie vozidla je jednotka vybavena baterií externí, jednotka je také dimenzována na teploty - 40°C až + 70°C, aby bylo zajištěno uskutečnění nouzového hovoru v extrémních podmínkách. Data byla při nárazových zkouškách odeslána na server použitím technologie GPRS. Jednotka je schopna zaznamenat maximálně 1024 hodnot.

Jednotka vyhodnocuje nárazové parametry podle detekce množství energie pohlcené karoserií vozidla. Vypočtená hodnota se porovnává s několika tisíci hodnotami naměřených při simulovaných haváriích, podle kterých je přiřazena vážnost zranění na základě stupnice AIS. Při překročení určitého stupně poranění jednotka spustí nouzovou sekvenci na předdefinované číslo. [29]

Obr. č. 16 a 17 – Prototyp jednotky eCall



Zdroj: Výzkum způsobu odhadu následků dopravních nehod a jejich využití v systému eCall.

Důležité je umístění jednotky ve vozidle. Musí být v místě, kde je nejmenší pravděpodobnost deformace a poničení jednotky. V uskutečněných testech byla jednotka umístěna mezi přední a zadní sedadla na středový tunel vozidla. Umístění je zřetelné na obrázku č. 18.

Obr. č. 18 – Umístění jednotky eCall v při nárazových testech

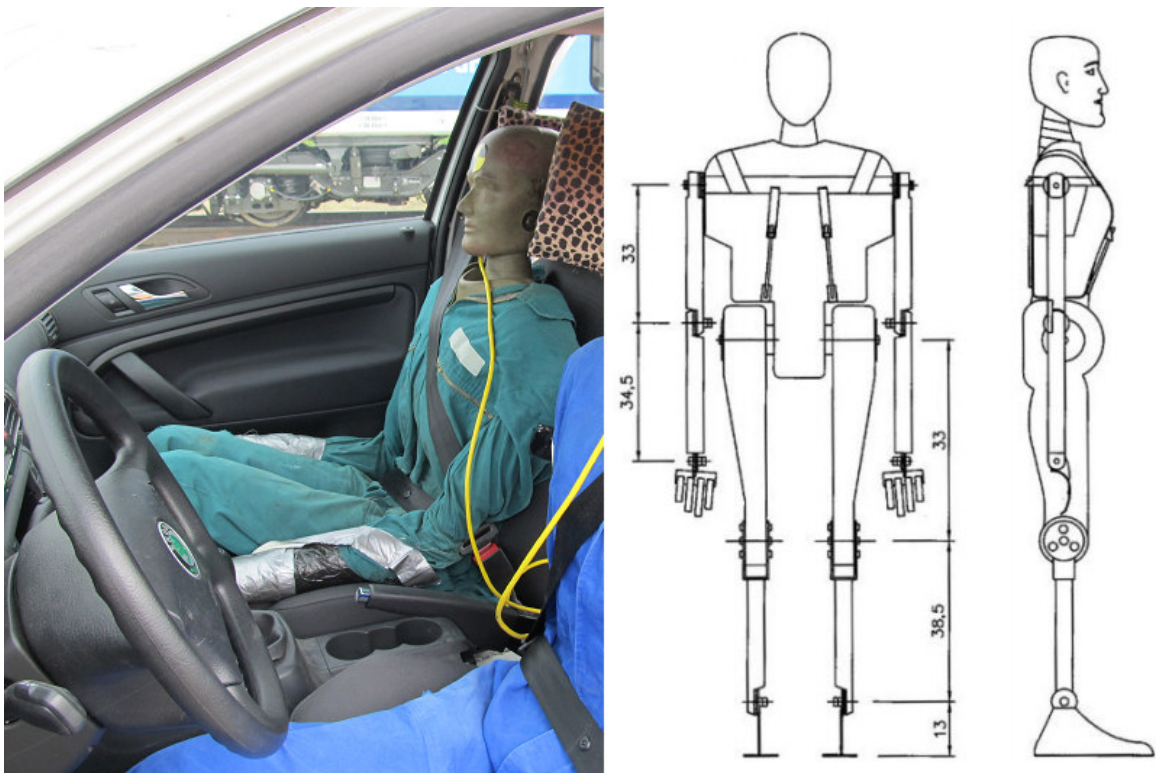


Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky kolejového vozidla a osobního automobilu

7.1.2 Zkušební figurína

Během nárazových testů vozidel byla ve vozidle umístěna zkušební figurína ÚSMD Manikin (viz obr. č. 19). Tato figurína vyhovuje specifikacím dané předpisem EHK OSN č.16. Figuríně v původním stavu chyběla noha a obě ruce, proto byla osazena dvěma novými rukama a nohama vyrobených z kovových výztuh. Konečná hmotnost figuríny byla 87 kg.

Obr č. 19 – Figurína ÚSMD Manikin po úpravách



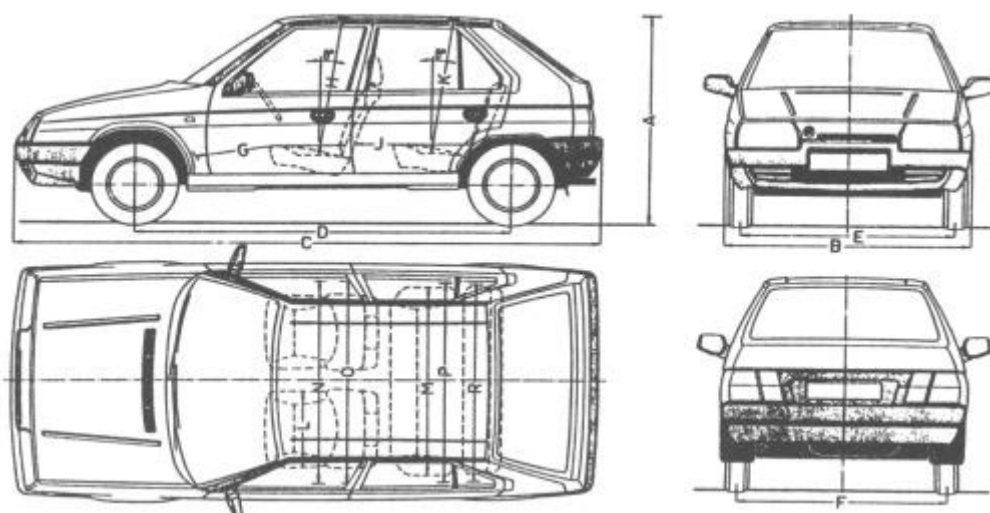
Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky kolejového vozidla a osobního automobilu

7.2 Čelní náraz vozu Škoda Favorit do pevné bariéry

7.2.1 Podmínky nárazové zkoušky

Osobní automobil zvolený k nárazové zkoušce byl vůz Škoda Favorit 781.135 o hmotnosti 825 kg (viz obr. č. 20, tab č. 8).

Obr č. 20 – Osobní automobil Škoda Favorit



Zdroj: http://skodafavorit.cerni.net/rozmary_auta.html

Tab č. 8 – Rozměry vozu Škoda Favorit

Rozměr	Hodnota [mm]
Délka	3855
Šířka	1620
Výška	1415
Rozvor	2450
Světlá výška	125
Rozchod vpředu	1420
Rozchod vzadu	1380

Zdroj: http://skodafavorit.cerni.net/rozmary_auta.html

Vůz byl vybaven třibodovými pásy s navíječem, na sedadle řidiče byla umístěna figurína ÚSMD Manikin. Na zadním sedadle se v autosedačce nacházela dětská figurína typu P3 o hmotnosti 15 kg. V hlavách obou figurín byl umístěn tříosý akcelerometr pro pozdější analýzu sil a vyhodnocení kritéria poranění hlavy HIC.

Na tunelu vozidla, přibližně v jeho těžišti, byl umístěn jednoosý akcelerometr měřící zrychlení na karoserii ve směru jízdy vozidla. V podobném místě, na stejné ose, byla umístěna také jednotka eCall. Nárazová rychlost byla plánována na 45-50 km/h.

7.2.2 Průběh nárazové zkoušky

Vozidlo narazilo do bariéry v rychlosti 47,3 km/h. Na obrázku č. 21 vidíme vozidlo v momentu začátku deformace. Záznam je z vysokorychlostní kamery, která srážku zachytila.

První se deformoval nárazník, poté podélné nosníky v motorovém prostoru. Přední náprava a motor se posunula blíže k interiéru vozidla. Prostor pro přežití však zůstal neporušen. Na obrázku č. 22 vidíme moment, kdy hlava figuríny narazila do volantu. Tehdy působí na hlavu největší síly a hrozí poranění mozku. Kritérium HIC bude nejvyšší právě v tomto okamžiku.

Obr č. 21 – Začátek deformace přední části vozidla



Obr č. 22 – Náraz hlavy do volantu



Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky automobilu do pevné bariéry

7.2.3 Výsledek nárazové zkoušky

Celková deformace vozu byla 508 mm, levé přední kolo se posunulo směrem k interiéru vozidla o 64 mm. Vozidlo po zkoušce je vidět na obrázku č. 23.

Obr č. 23 – Vozidlo po nárazu



Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky automobilu do pevné bariéry

7.2.4 Výsledek měřeného zrychlení na karoserii vozidla

Tab. č. 9 – Informace o nárazu

Nárazová rychlost v_0 [km/h]	47,3
Kinetická energie E_k [kJ]	80,01
Maximální deformace ξ [m]	0,508
Doba deformace t [ms]	46
Maximální zrychlení a_{\max} [g]	46,7

Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky automobilu do pevné bariéry

Přední deformační zóna vozidla je u vozidel s motorem vpředu tvořena motorovým prostorem. Náraz je prováděn jak plastickou tak elastickou deformací částí vozu. Elastická složka je z hlediska bezpečnosti nežádoucí, neboť má vliv na zpětný pohyb vozidla a zvyšuje hodnoty přetížení. Tuto elastickou složku reprezentuje tzv. „koeficient restituace“ a neměl by přesáhnout hodnotu 0,1.

$$\varepsilon = \frac{v_{odr}}{v_0} \leq 0,1$$

v_{odr}rychlost odrazu vozidla [m/s]

v_0nárazová rychlost [m/s]

εkoeficient restituace [-]

Odrazová rychlost vozidla byla zjištěna ze záznamu vysokorychlostní kamery, $v_{odr} = 0,7102$ m/s. Nárazová rychlost v metrech za sekundu $v_0 = 13,1389$ m/s. Koeficient restituace poté vychází $\varepsilon = 0,054$, což je hodnota v souladu s legislativou.

Kinetická energie vozidla byla při nárazu 80,01 kJ. Je přímo úměrná rychlosti a hmotnosti vozidla.

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Tuto energii musí při nárazu pohltit deformační zóny. Zbylá energie narušuje prostor pro přežití (pokud je deformační zóna moc velká), nebo působí přímo na člověka (pokud by deformační zóna byla moc malá, na člověka by působily při srážce moc velké síly).

Z grafu na obrázku č. 24 je zřetelná velikost zrychlení působící na karoserii. Dosáhla maximální hodnoty 46 g. Také lze pozorovat zpětný pohyb vozidla jako zrychlení v opačném směru, který pouze zvětšuje síly působící na člověka.

Obr. č. 24 – Průběh zrychlení na karoserii



Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky automobilu do pevné bariéry

7.2.5 Výsledek měřeného zrychlení na dospělé figuríně

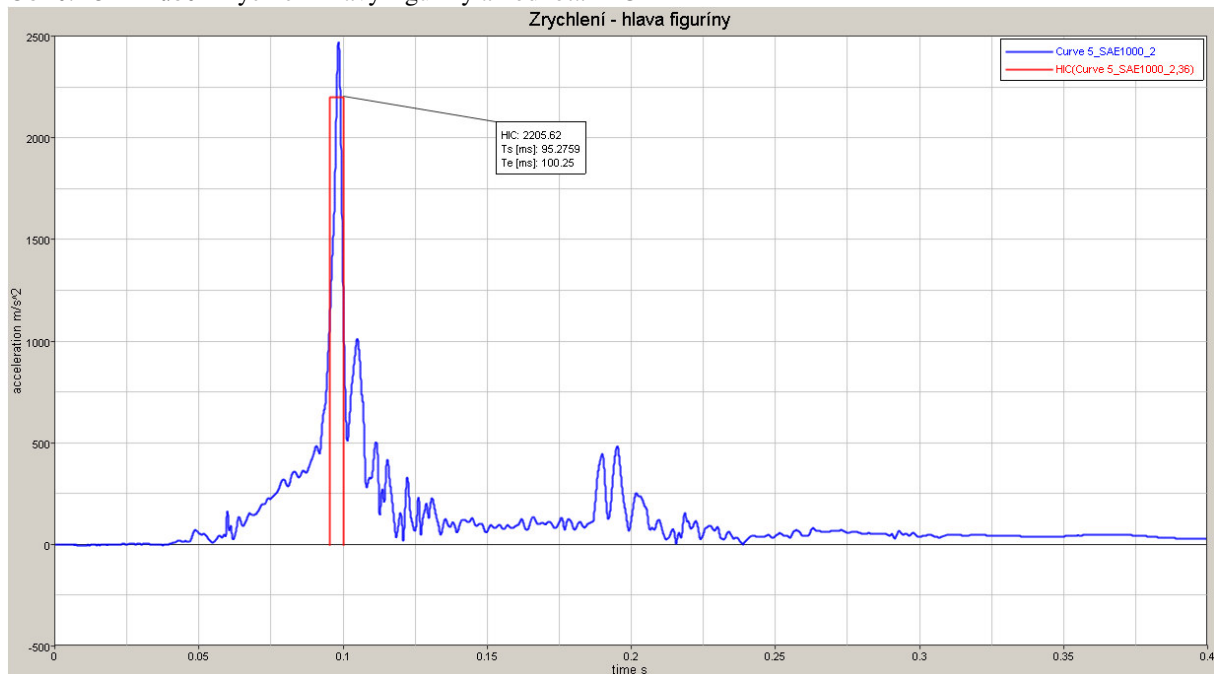
Škoda Favorit nebyla vybavena airbagy, pouze bezpečnostním pásem. Graf na obrázku č. 25 zobrazuje průběh zrychlení působící na hlavu řidiče. Vypočtená hodnota $HIC_{15} = 2205,62$ je více než dvojnásobná oproti limitní hodnotě 1000 a na stupnici AIS zastupuje zranění neslučitelné se životem (tab. č.10).

Tab. č. 10 – Přiřazení intervalů kritéria HIC k hodnotám stupnice AIS

HIC	AIS
< 270	0
270 – 630	1
630 - 900	2
900 - 1150	3
1150 – 1400	4
1400 – 1600	5
> 1600	6

Zdroj: Výzkum způsobu odhadu následků dopravních nehod a jejich využití v systému eCall.

Obr. č. 25 – Průběh zrychlení hlavy figuríny a hodnota HIC



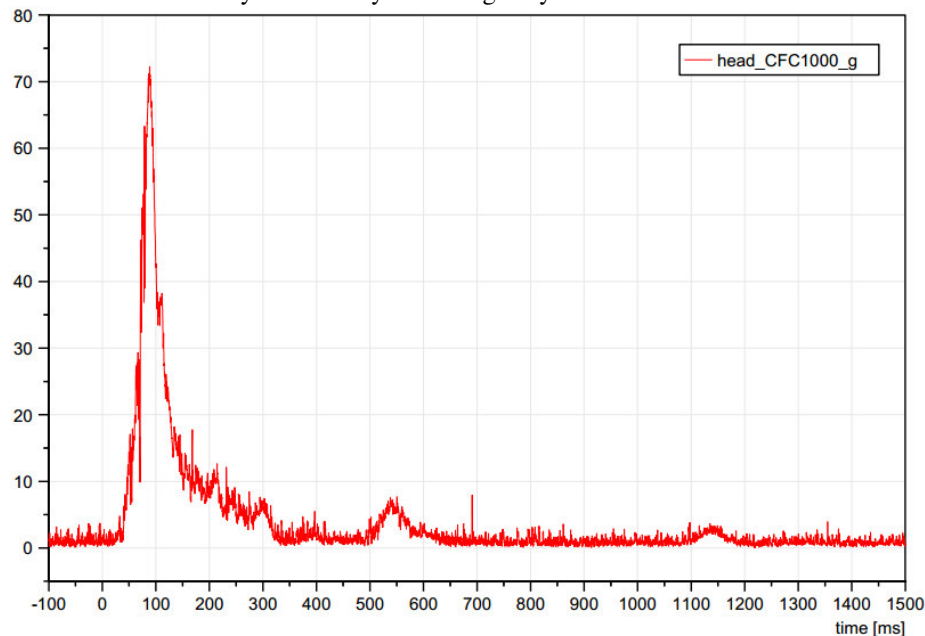
Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky automobilu do pevné bariéry

7.2.6 Výsledek měřeného zrychlení na figuríně dítěte

Na levém zadním sedadle byla dětské autosedačce umístěna figurína typu P3. Analýza následků nehody pro tuto figurínu je zpracována na základě dat z akcelerometrů v samotné

figuríně a na analýze videozáznamu ze zkoušky. Maximální zrychlení na hlavě bylo naměřeno 72,26 g (709 m/s^2), což 3,5x menší hodnota než u řidiče. Na obrázku č. 26 je zobrazen průběh zrychlení, které dosáhlo maximální hodnoty v čase 88.6 ms. Hodnota HIC byla vypočítaná z intervalu 36 ms, protože se hlava figuríny dítěte nedostala do kontaktu s žádnou částí interiéru vozu. Proto je také špičková hodnota zrychlení v hlavě dítěte 3,5krát menší. Vypočtená hodnota $\text{HIC}_{36} = 724,8$, což odpovídá stupni AIS = 2, střednímu zranění.

Obr. č. 26 – Průběh zrychlení hlavy dětské figuríny



Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky automobilu do pevné bariéry

Při porovnání zrychlení s videozáznamem je nejvyšší hodnota zrychlení v momentě, kdy bezpečnostní pás zabránil pohybu figuríny vpřed, ale hlava se pohybuje ještě vpřed vlivem setrvačnosti. Tento moment je na obrázku č. 27, v červeném kolečku je hlava figuríny, která se od tohoto okamžiku bude pohybovat zpět.

Obr. č. 27 – Okamžik maximálního zrychlení na hlavě figuríny z videozáznamu



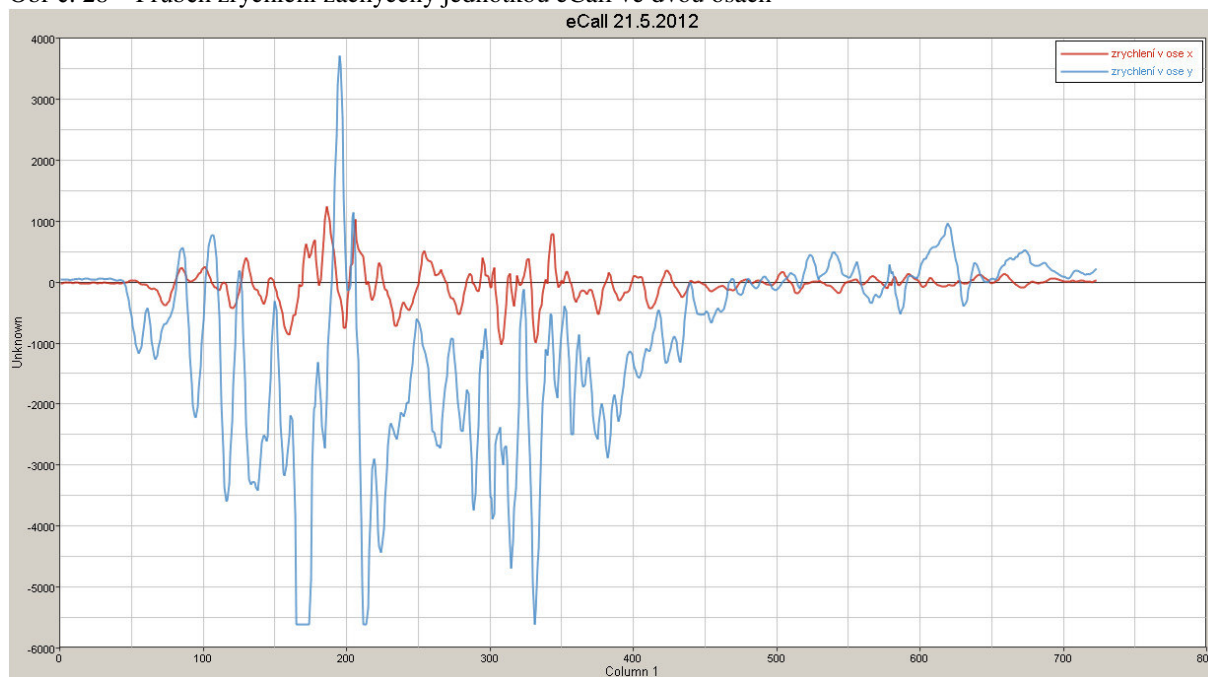
Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky automobilu do pevné bariéry

7.2.7 Výsledek měřeného zrychlení jednotkou eCall a její fungování

Paralelně s akcelerometry měřila průběh zrychlení také jednotka eCall. Naměřené hodnoty zrychlení jsou v grafu na obrázku č. 28. Jednotka zaznamenala srážku, vytočila nouzový hovor na přednastavené číslo a odeslala data o nehodě. Hodnoty se však mírně liší od hodnot z akcelerometru, zejména ve špičkových hodnotách. Teoreticky by však měly být hodnoty totožné. Pravděpodobný důvod je horší uchycení jednotky eCall při přípravě nárazové zkoušky, toto může mít za následek vibrace a výsledně vyšší hodnoty zrychlení. Přesnost jednotky je také dána vzorkovací frekvencí, která udává počet vzorků za jednotku času (obvykle 1 sekunda). Vzorkovací frekvence jednotky eCall je cca 1000 hodnot za sekundu, což je nižší hodnota než vzorkovací frekvence akcelerometru, který odpovídá předpisu EHK OSN č. 94.

Z grafu zrychlení na karoserii (obr. č. 24 na str. 46) lze vyčíst, že nejvyšší úroveň zrychlení proběhla v čase 3,75 ms, mimo tento časový interval je zrychlení několikanásobně nižší. Jednotka eCall zaznamená 1000 hodnot za sekundu, což znamená zachycení minimálně tři hodnot v maximálním intervalu zrychlení. Z tohoto hlediska je vzorkovací frekvence jednotky eCall dostatečná pro stanovení vzniku dopravní nehody. Jednotka také zareagovala správně a stanovila dopravní nehodu jako kritickou.

Obr. č. 28 – Průběh zrychlení zachycený jednotkou eCall ve dvou osách



Zdroj: Zpráva z provedení nárazové zkoušky automobilu do pevné bariéry

7.2.8 Zhodnocení nárazového testu vozu Škoda Favorit

Pravděpodobnost přežití řidiče v této situaci je po zhodnocení kritérií biomechanických kritérií poranění velmi nízká. Velký podíl na tom má absence airbagu, který by velmi zmírnil či zabránil poranění hlavy. Informace o zrychlení hlavy máme díky použití testovacích figurín. Jednotka eCall však získává své údaje z akcelerometru, proto je nutné do následků nehody zahrnout vliv airbagu, o jehož aktivaci se jednotka eCall může dozvědět přímo od vozidla.

Výše popsaným problémům s lišícími se hodnotami zrychlení akcelerometru a jednotky eCall je možné předejít lepší přípravou při instalaci jednotky eCall a kontrolou kvality samotného měřicího přístroje v jednotce. Jako celek však jednotka prokázala svou funkčnost. Automaticky vytočila nouzový hovor a odeslala data o nehodě, záchranné jednotky by tak dorazily na místo nehody i bez informace od očitého svědka.

7.3 Kolize kolejového vozidla s vozem Škoda Superb

Druhy nárazu, u kterých je velký rozdíl hmotností mezi jednotlivými vozidly, se nazývají nekompatibilní nárazy. Mezi tyto kolize se řadí srážka automobilu s nákladním vozidlem, zemědělským či jiným pracovním strojem, nebo s kolejovým vozidlem. Také jsou charakteristické rozdílnou výškou těžiště a tuhostí karoserie.

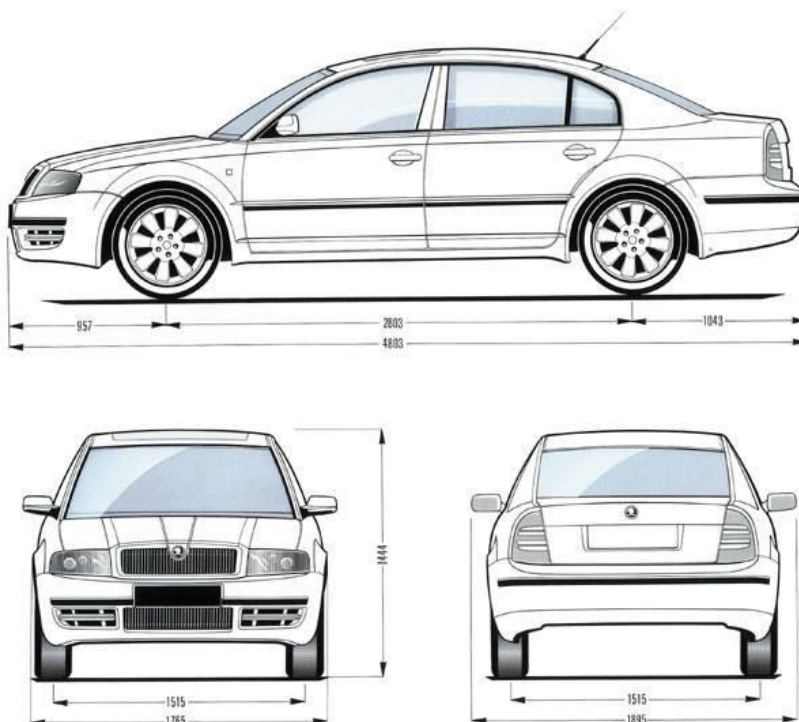
U nákladních vozidel je tato nekompatibilita řešena ochrannými rámy, které musí vyhovovat předpisům EHK. Tyto rámy jsou umístěny ve výšce nárazníku osobního automobilu a zamezují podjetí osobního vozu pod nákladní.

Ještě nebezpečnější je pro řidiče osobního automobilu střet s vlakem. Ty se pohybují větší rychlostí než vlaky tramvajových drah a mají několikanásobně větší hmotnost, což znamená vysokou kinetickou energii a velké škody při srážce. Nečastější kolizí osobního automobilu s vlakem je boční náraz, což je dáno geometrií většiny železničních přejezdů. Vlaky mají velmi velkou tuhost karoserie a prakticky žádné deformační zóny, což při nehodě znamená pro automobil velkou šanci narušení prostoru pro přežití. Vlaky se vyznačují velkou brzdou drahou. Při nehodě tlačí automobil před sebou, což přináší riziko zaklínění vozu pod vlak.

Kolize kolejového vozidla a osobního automobilu popsané a vyhodnocené v této kapitole byly provedeny při rychlosti do 20 km/h, jejich účel bylo zhodnotit následky srážky pro

pasážery vozu a otestovat funkčnost jednotky eCall, která byla ve voze umístěna. Při testu byl použitý osobní automobil značky Škoda Superb (viz. obr. č. 29).

Obr č. 29 – Osobní automobil Škoda Superb



Zdroj: <http://skodaps.wz.cz/modely/superb/rozmery/superb.jpg>

7.3.1 Podmínky nárazových zkoušek

Osobní vozidlo bylo ustaveno kolmo na koleje tak, aby byl náraz veden přímo na středový „B“ sloupek vozidla na straně řidiče.

Kolejové vozidlo v této nárazové zkoušce představoval železniční vagon o hmotnosti 80 tun, který byl urychlen na rozjezdovém svahu. Vlaková souprava byla brzděna na nájezdovou rychlost brzdícími klíny na kolejích. V automobilu byly na předních sedadlech umístěny 2 figuríny typu ÚSMD Manikin pospané v kapitole 6.1.2. Na středovém tunelu vozidla byl umístěn jednoosý akcelerometr mezi řadicí pákou a ruční brzdou, na stejné ose mezi předními a zadními sedadly byla umístěna jednotka eCall popsaná v kapitole 6.1.1.

Při prvním testu byl vagon urychlen na nárazovou rychlost 3 km/h, na čelní straně byl připevněn impaktor o vysoké tuhosti (viz. obr. č. 30 na str. č. 52).

Obr. č. 30 – Impaktor o vysoké tuhosti použitý při první nárazové zkoušce



Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

Druhý test byl proveden na stejném místě, za podobných podmínek. Nárazová rychlost druhého testu byla 16 km/h a na čelní stranu vagonu byl připevněn speciální tramvajový čelník, který zmírňuje následky srážky svou částečnou deformací (viz. obr. č. 31).

Obr. č. 31 – Tramvajový čelník použitý při druhé nárazové zkoušce



Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

Tab. č. 11 – Kinetická energie a hybnost vagonu

Nájezdová rychlost [km/h]	Kinetická energie [kJ]	Hybnost [$\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
3	27,8	66666,67
16	790,1	355555,56

Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

7.3.2 Průběh nárazové zkoušky v rychlosti 3 km/h

Při tomto testu nedošlo k výrazné deformaci karoserie, ani k vážnému ohrožení pasažérů vozidla. Hlavním důvodem je malá nárazová rychlost a s ní spjatá kinetická energie vagonu. Tato energie byla pohlcena brzdícími klíny a také propužením pérování a pneumatik automobilu. Poškození vozidla po testu můžeme vidět na obrázku č. 32.

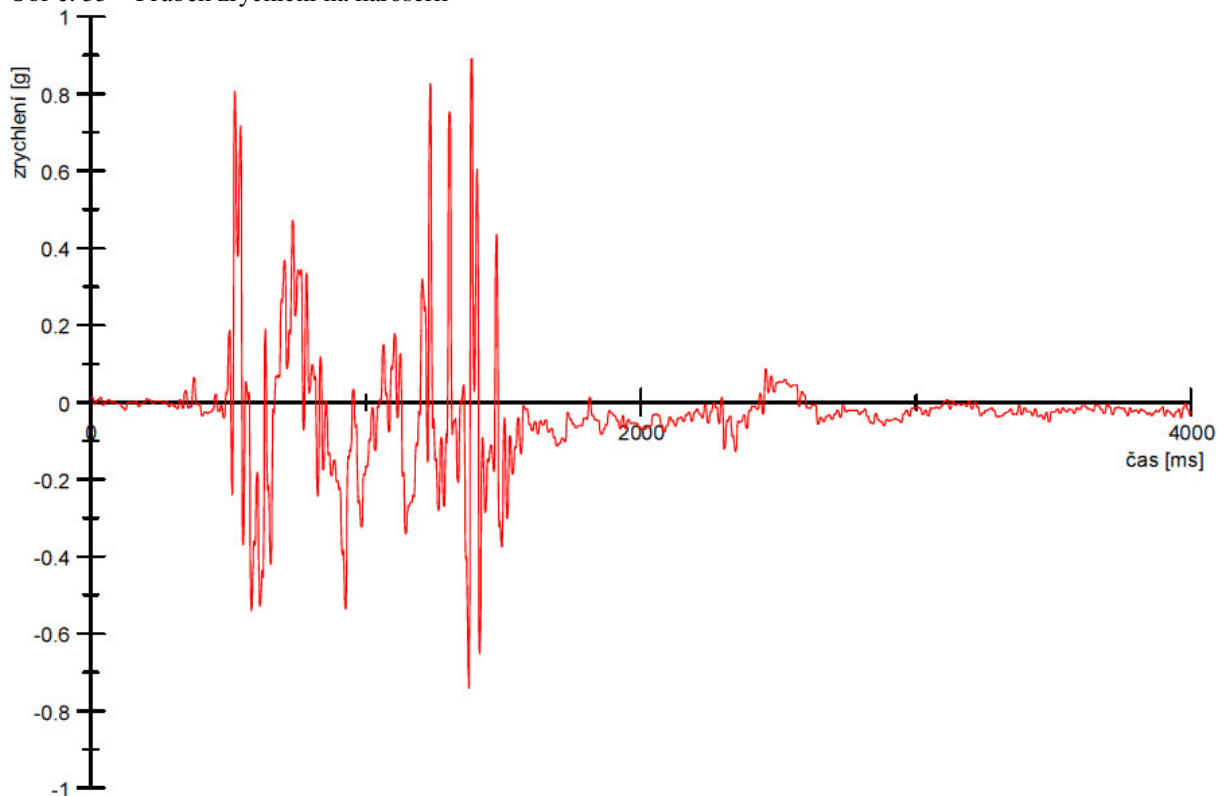
Obr. č. 32 – Vozidlo po prvním nárazovém testu



Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

Prostor pro přežití ve voze nebyl narušen, průběh zrychlení působící na karoserii je znázorněn v grafu na obr. č. 33 na další straně.

Obr. č. 33 – Průběh zrychlení na karoserii

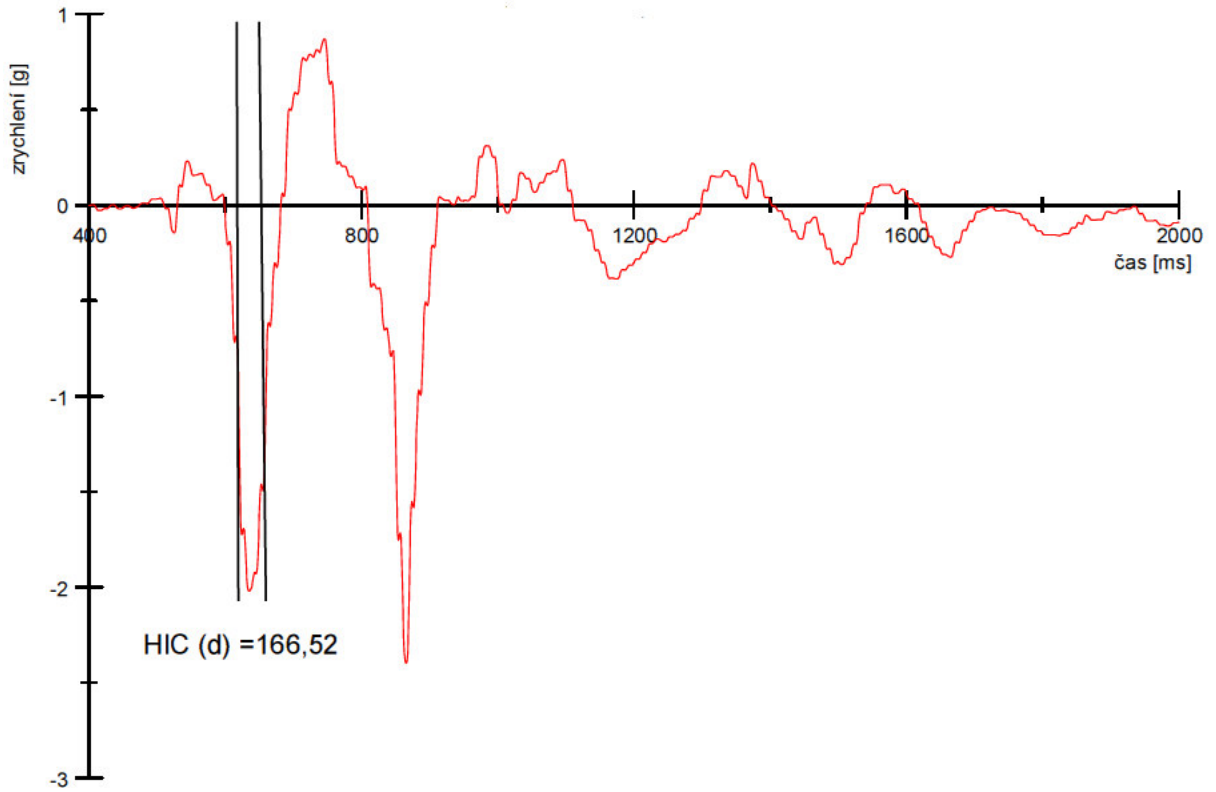


Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

7.3.2.1 Výsledek měřeného zrychlení na figurínách v prvním testu

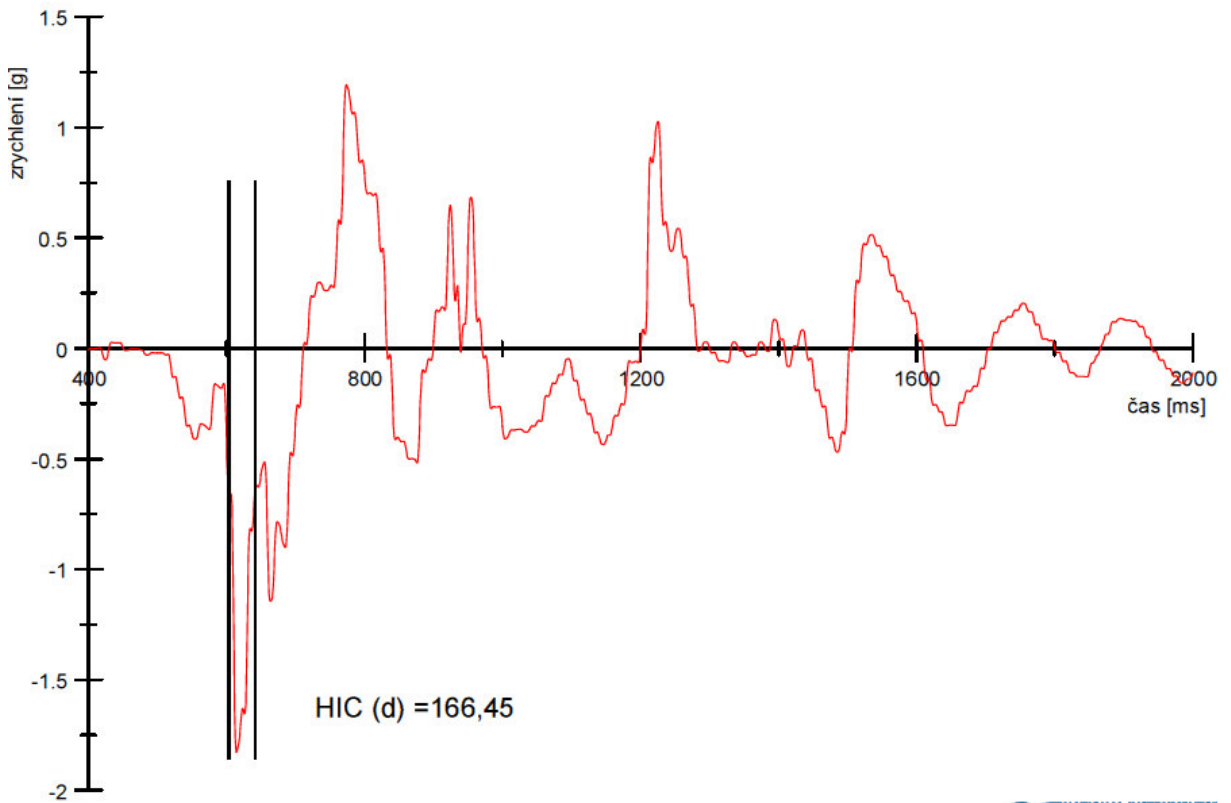
Dvě figuríny na předních sedadlech byly vybaveny tříosým akcelerometrem umístěným v hlavě. V grafech na obrázcích č. 34 a 35 jsou znázorněny průběhy zrychlení při nárazu a vypočtená hodnota kritéria poranění hlavy HIC. I když vlak narazil na středový sloupek na straně řidiče, hodnoty zrychlení pro řidiče a pro spolujezdce jsou téměř totožné. Časový interval použitý pro výpočet HIC je 36 ms. Výsledné hodnoty jsou relativně malé, maximální hodnota $HIC_{36} = 166,52$ a posádka by pravděpodobně neutrpěla žádná vážná zranění.

Obr. č. 34 – Průběh zrychlení v hlavě řidiče



Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

Obr. č. 35 – Průběh zrychlení v hlavě spolujezdce



Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

Tab. č. 12 – Přiřazení intervalů kritéria HIC k hodnotám stupnice AIS

HIC	AIS
< 270	0
270 – 630	1
630 - 900	2
900 - 1150	3
1150 – 1400	4
1400 – 1600	5
> 1600	6

Zdroj: Výzkum způsobu odhadu následků dopravních nehod a jejich využití v systému eCall.

7.3.2.2 Výsledek měřeného zrychlení jednotkou eCall a její fungování

Akcelerometr je naprogramován tak, že při detekci limitního přetížení je uloženo do paměti 1024 hodnot přetížení s počátkem záznamu 100 ms před limitním přetížením. Hodnota mezního přetížení byla při testu nastavena na 5 g. Z takto uloženého průběhu zrychlení je poté prováděn výpočet pravděpodobnosti zranění posádky vozidla.

Tento výpočet vychází z pohlcené energie během časového úseku, aby se eliminovaly události typu drcnutí vozidlem při parkování, kdy může dojít k momentálnímu přetížení většímu než je uvažovaná mezní hodnota, ale přitom trvá jen krátký okamžik a nedají se předpokládat následky na vozidle ani na posádce. Umístění jednotky je zřetelné z obrázku č. 36 na straně č. 57. [29]

V prvním nárazu nedošlo k překročení limitní hodnoty 5 g nutné k vytočení nouzového hovoru a odeslání dat. Toto je dáno malou nájezdovou rychlostí vagonu. Jednotka prokázala schopnost rozpoznat míru následků havárie a správně nezahájila tísňové volání, což je důležité z hlediska zahlcení center tísňového volání falešnými poplarchy při drobných nehodách, např. na parkovišti.

Obr. č. 36 – Umístění jednotky eCall ve vozidle



Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

7.3.3 Průběh nárazové zkoušky v rychlosti 16 km/h

Druhý nárazový test byl směřován na stranu spolujezdce v rychlosti 16 km/h s deformovatelným tramvajovým čelníkem připevněným na čelo vagonu. Kinetická energie vagonu byla oproti prvnímu testu téměř 30krát větší, což se promítlo do poškození automobilu. Vůz byl tlačěn kolejovým vozidlem až do jeho zastavení, došlo k rozbití bočních oken na straně nárazu a k prohnutí předního A a středového B sloupku. Došlo k deformaci dveří v úrovni středu bočních oken a v jejich spodní části, v místě kam narazila horní a spodní část čelníku. Využitím větší plochy deformace dveří dochází ke zvýšení pravděpodobnosti neporušení prostoru pro přežití, což odpovídá skutečným výsledkům testu. Stav vozidla po nárazu je vidět na obrázku č. 37 na další straně.

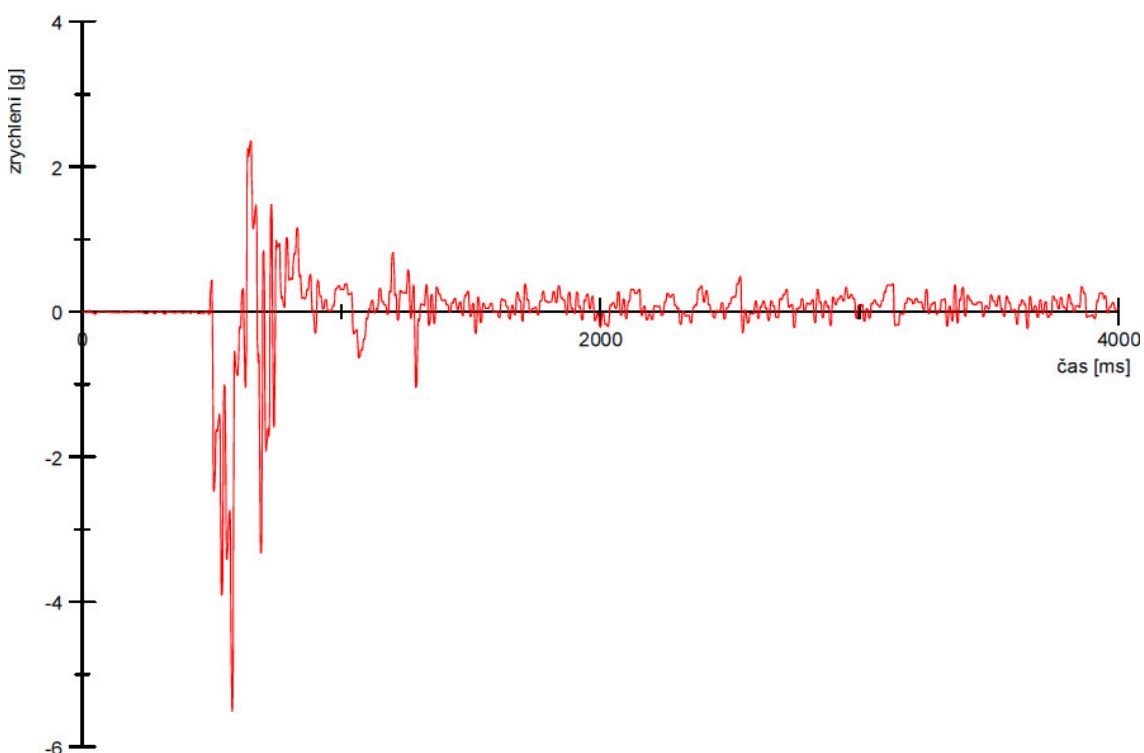
Obr. č. 37 – Vozidlo po druhém nárazovém testu



Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

Průběh zrychlení z akcelerometru umístěném na tunelu vozidla můžeme pozorovat v grafu na obrázku č. 38, maximální hodnota 5,6 g.

Obr. č. 38 – Průběh zrychlení na karoserii



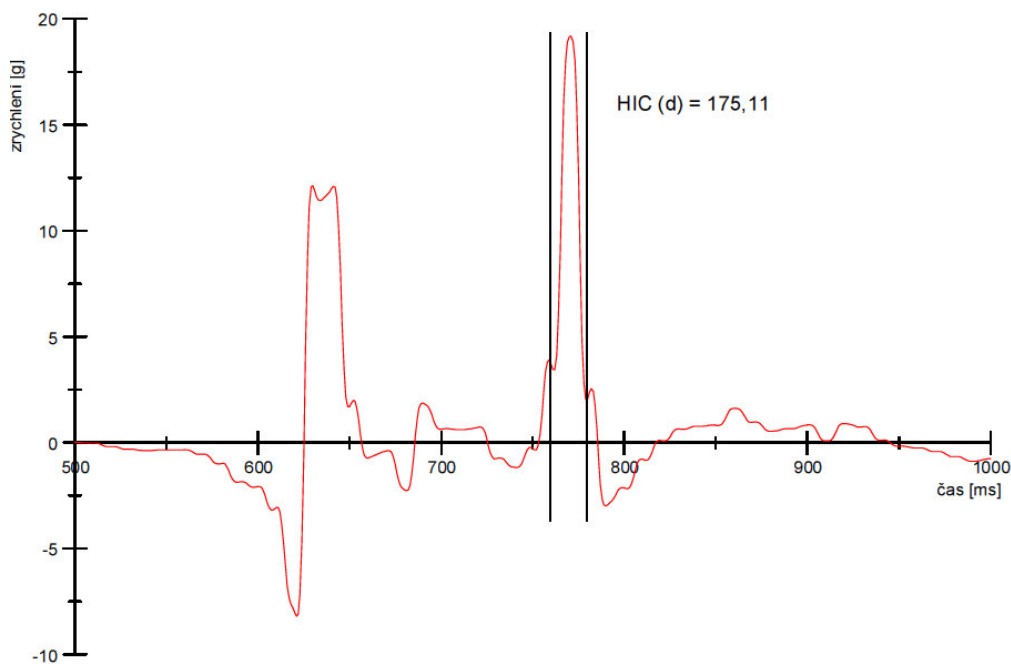
Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

7.3.3.1 Výsledek měřeného zrychlení na figurínách v druhém testu

Hodnoty zrychlení v druhém testu dosáhly mezních hodnot 19 g pro figurínu řidiče i spolujezdce, což je téměř 8krát vyšší hodnota než při testu v rychlosti 3 km/h. Maximální

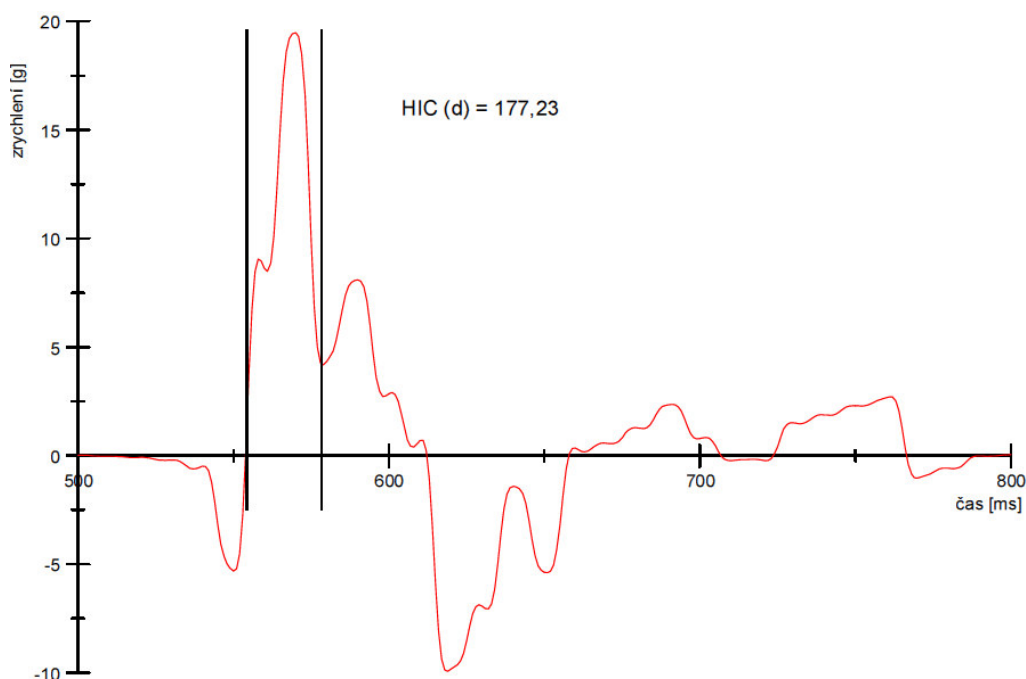
hodnota kritéria poranění hlavy $HIC_{36} = 177,23$ u figuríny spolujezdce. Tato hodnota není o mnoho vyšší než u prvního testu, avšak kritérium je závislé na době, po kterou na hlavu působí maximální hodnoty zrychlení. I když byla rychlost nárazu vyšší, změna velikosti rychlosti při nárazu nebyla tak velká, aby způsobila větší škody. Na obrázcích č. 39 a č. 40 je vidět průběh zrychlení pro figuríny řidiče a spolujezdce a také interval pro výpočet kritéria HIC.

Obr. č. 39 – Průběh zrychlení v hlavě řidiče



Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

Obr. č. 40 – Průběh zrychlení v hlavě spolujezdce



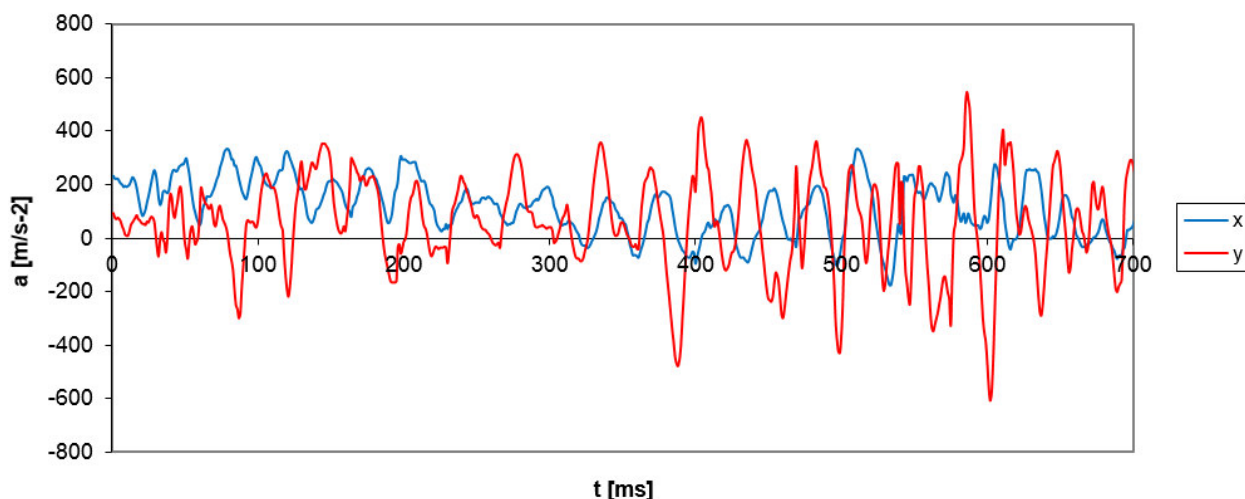
Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

Po konverzi na stupnici AIS je pravděpodobnost vážného poranění posádky vozu opět velmi malá.

7.3.3.2 Výsledek měřeného zrychlení jednotkou eCall a její fungování

Při tomto testu jednotka eCall zaregistrovala náraz a vytočila nouzový hovor a odeslala data o velikostech zrychlení. V grafu na obrázku č. 41 jsou znázorněny data o zrychlení, které zaznamenala jednotka eCall. Osa X zaznamenává data rovnoběžně s osou středového tunelu vozidla, osa Y kolmo.

Obr. č. 41 – Průběh zrychlení zachycený jednotkou eCall ve dvou osách



Zdroj: Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha

Zrychlení v ose X dosáhlo nižších hodnot než v ose Y, protože se jednalo o boční náraz. Mezní hodnoty dosáhlo zrychlení v okamžiku urychlování vozidla vagonem, kdy byl deformován střední B sloupek vozidla. Vůz byl poté tlačěn vagonem až do jeho zastavení, toto však již jednotka eCall nezaznamenala z důvodu omezené velikosti paměti.

Z grafu je zřejmé, že zrychlení je několikanásobné v porovnání s daty z akcelerometru, které bylo zobrazeno na obrázku č. 37 na straně 58. Pravděpodobnou příčinou je nedokonalé uchycení jednotky na tunel vozidla, což způsobilo kmitání jednotky během nárazu. Toto lze v grafu pozorovat na nárůstu amplitud zrychlení, které postupně rostou ze 450 m/s² až na 600 m/s². Možným řešením je využití externích senzorů, které by jednotce eCall předávaly hodnoty o zrychlení. I přes tyto nepřesnosti jednotka zaznamenala náraz a správně rozhodla o vytočení nouzového hovoru a odeslání dat.

7.3.4 Zhodnocení nárazových testů vozu Škoda Superb

Z výsledků dvou nárazových testů automobilu a kolejového vozidla můžeme pozorovat závažnost těchto srážek, při nájezdové rychlosti 16 km/h došlo k deformaci boční deformační zóny vozu. Prostor pro přežití zůstal neporušen. V obou testech byla pravděpodobnost vážného zranění pasažérů vozidla po zhodnocení biomechanických poranění velmi nízká, na čemž má velký podíl malá nájezdová rychlost vagonu. Toto je nutné brát v potaz, protože kinetická energie předmětu je přímo úměrná druhé mocnině jeho rychlosti. Při rychlosti 16 km/h je E_k vagonu téměř 30krát větší než při rychlosti 3 km/h. Pokud by se vagon pohyboval rychlostí 50 km/h, kinetické energie vagonu by byla ještě téměř 10krát větší. Informace o zrychlení hlavy máme díky použití testovacích figurín, jednotka eCall získává své údaje z vlastního akcelerometru.

Limitní hodnota zrychlení, po jejíž překročení jednotka eCall vytočí nouzový hovor, byla nastavena na 5 g a v obou případech správně vyhodnotila situaci. Výše popsaným problémům u druhého testu s lišícími se hodnotami zrychlení akcelerometru a jednotky eCall je možné předejít lepší přípravou při instalaci jednotky eCall, nebo využitím externích akcelerometrů které by data o zrychlení jednotce eCall posílaly. Jako celek však jednotka prokázala svou funkčnost. Automaticky vytočila nouzový hovor a odeslala data o nehodě, záchranné jednotky by tak dorazily na místo nehody i bez informace od očitého svědka.

Jednotka eCall zatím nedokáže spolehlivě vyhodnotit, že se jedná o nekompatibilní náraz. Naměřené zrychlení na karoserii vozidla může být stejné při nízkých rychlostech nekompatibilního nárazu jako u vysokých rychlostí kompatibilního nárazu. Toto je částečně dáno absencí deformačních zón na kolejovém vozidle nebo pracovním stroji. Jako upřesňující informace by mohla sloužit informace o poloze, kterou by centrum tísňového volání porovnálo s mapovými podklady Geografického informačního systému (GIS) kde jsou zřejmé železniční trasy s železniční přejezdy.

8 Návrh využití výstupů pro systém eCall

V provedených experimentech jednotka eCall vyhodnocovala závažnost nehody pouze na základě dat z vlastního akcelerometru, při překročení určité hodnoty zrychlení vytočila nouzový hovor a odeslala data o nehodě. Jednotka eCall zatím nedokáže spolehlivě vyhodnotit o jaký typ nárazu se jedná, u nekompatibilních nárazů může být naměřené zrychlení na karoserii vozidla stejné při nízkých rychlostech jako u vysokých rychlostí kompatibilního nárazu. Pro záchranné jednotky je zajisté důležitá informace o síle a směru nárazu, ale ještě důležitější je odhad o závažnosti poranění posádky vozidla. Efektivním řešením by byly dodatečné informace o bezpečnostních prvcích ve vozidle, kterými je vozidlo vybaveno, a které mají velký vliv na zdravotní následky pro pasažéry.

Z nárazové zkoušky vozu Škoda Favorit je zřejmé, že poranění hlavy je při absenci airbagu velmi vážné z důvodu kontaktu hlavy a volantu, kdy jsou hodnoty zrychlení nejvyšší. Hodnoty kritéria poranění hlavy jsou při aktivaci airbagu několikanásobně nižší a mají zásadní vliv na výsledné poranění při různých typech nárazu, jednotka eCall má však v současnosti informace pouze o zrychlení na karoserii vozidla a závažnost poranění nedokáže s určitostí vyhodnotit. Informace o typu airbagu a jeho aktivaci při nehodě by byla pro záchranné složky výhodná a může být pro jednotku eCall dostupná propojením airbagu a vozidlové jednotky sběrníci CAN-BUS.

Další důležitou informací, kterou jednotka eCall v současnosti nedokáže rozpoznat je přítomnost dítěte v dětské autosedačce. Pro připásání dětských sedaček se používá mezinárodní standart ISOFIX (ISO 13216), kdy se autosedačka propojí s vozidlem pomocí pevných třmenů, jejichž kotevní body jsou normovány vzadu na krajních sedadlech. Pro eCall by byla užitečná informace o přichycení sedačky, kterou by získala na stejném principu jako informaci o připoutání bezpečnostního pásu, senzory by akorát byly umístěny v kotevním bodě autosedačky.

Jednotka eCall musí být schopná fungovat samostatně i při poškození ostatních systémů. Její integrace do ostatních systémů vozidla je však velmi výhodná, získané dodatečné informace o situaci ve vozidle usnadní práci záchranným jednotkám, které budou vědět co mají očekávat již před příjezdem na místo nehody, namísto získávání těchto informací až po příjezdu na místo, v situaci, která je i pro záchranáře velmi stresová a je potřeba jednat rychle.

Závěr

Tato práce se zabývá systémem nouzového volání, nazývaným eCall, který by podle posledního rozhodnutí Evropské komise v prosinci 2014 měl být povinný ve všech nových vozidlech provozovaných na území Evropské unie do 31. března 2018. Očekávaný přínos je snížení následků dopravních nehod díky poskytnutí včasné pomoci pasažérům vozidla.

Dá se říci, že systém eCall má v Evropě budoucnost, ale za zmínku stojí také kritika projektu. Vedoucí operačního střediska Zdravotnické záchranné služby hl. m. Prahy MUDr. Ondřej Franěk uvedl prezentaci o eCallu v roce 2013, která se na systém dívá ze strany záchranných složek. Ve své prezentaci říká: *„Záchranný sbor je schopen uskutečnit jen určité množství výjezdů. Již dnes je pro záchranný sbor nutností vědět, co se na místě děje a není reálné očekávat, že záchranný sbor bude schopen na všechny výzvy reagovat okamžitě a s nejvyšší naléhavostí. Klíčem k úspěšné práci záchranného sboru je vyslat správné zdroje ve správný čas na správné místo.“* *„V roce 2012 bylo v Praze na ZZS hlášeno 2208 nehod, z nichž 143 nehod bylo hodnocených jako „kritické“. Ve 100% byl dojezdový čas 1. posádky do 10 minut.“* *„Přínos zkrácení času příjezdu není prokázán. Význam bezpochyby u DRAMATICKÉHO zkrácení“.* Co toto znamená? Zkrácení času příjezdu záchranných složek o minuty či dokonce jen vteřiny se intuitivně zdá jako velmi přínosný. Statisticky však u většiny dopravních nehod není rozhodující, zda zraněný bude muset čekat o pár minut déle na záchrannou službu. Toto je rozhodující pouze u specifických zranění, jako je např. tepenné krvácení, která však nejsou tak častá. Vyvstává otázka, zda skutečný počet zachráněných životů bude takový, jaké jsou nynější odhady. Pan MUDr. Ondřej Franěk na závěr uvádí, že systém eCall je učitě dobrá věc, je však třeba postupovat důsledně s integrací systému a záchranných složek. [30]

Součástí této práce je legislativní rámec projektu eCall a popis pilotního projektu HeERO, kterého se aktivně účastnila Česká republika. Dále se zmiňuje o architektuře systému a jeho uspořádání. V druhé části práce jsou popsány nárazové zkoušky vozidel podle platných norem a předpisů a jejich vyhodnocování z hlediska biomechanických kritérií poranění. Tyto informace byly využity ke zpracování a vyhodnocení dat ze tří provedených nárazových zkoušek, konkrétně jednoho nárazu do čelní bariéry a dvou nekompatibilních nárazů automobilu a kolejového vozidla. V rámci těchto zkoušek byla také otestována jednotka eCall, zejména její umístění ve vozidle a možnost jejího využití pro odhady následků dopravní nehody.

V prvním čelním nárazovém testu vozu Škoda Favorit do pevné bariéry v rychlosti 47,3 km/h by byly následky pro řidiče velmi vážné, kritérium poranění hlavy přesáhlo limitní hodnotu více než 2krát. Hlavním důvodem takto vážného zranění je absence airbagu, který by při nárazu zabránil kontaktu hlavy a volantů, dětská figurína na zadním sedadle zaznamenala hodnoty zrychlení 3krát nižší. Jednotka eCall na základě dat ze svého akcelerometru správně vyhodnotila závažnost nehody a vytočila nouzový hovor, který bude ve skutečném provozu uskutečněn na linku 112. Druhou a třetí nárazovou zkouškou byl nekompatibilní boční náraz vozidla a vlaku v rychlosti 3 km/h a 16 km/h. V prvním případě byly následky kolize relativně malé, což je dáno malou nárazovou rychlostí. Hodnoty zrychlení nepřesáhly hodnotu 1 g, jednotka eCall byla naprogramovaná na vytočení nouzového hovoru v případě překročení zrychlení 5 g a nouzový hovor nevytočila. Při rychlosti 16 km/h byly následky závažnější, což bylo viditelné na deformaci vozu po nárazu, prostor pro přežití však narušen nebyl. Hodnoty zrychlení přesáhly 5 g, jednotka eCall vytočila nouzový hovor a odeslala data o nehodě. V obou případech by po zhodnocení kritérií biomechanických poranění posádka vozu utrpěla pouze lehká zranění.

V případech, kdy jednotka eCall odeslala data o nehodě, byly zaznamenány hodnoty zrychlení na jednotce eCall několikanásobně vyšší než na samostatném akcelerometru umístěném ve vozidle na stejném místě. Příčinou je s největší pravděpodobností rozkmitání jednotky, která byla ve vozidle nedokonale přichycená. Tomuto napovídá postupný nárůst amplitud zrychlení v grafech z jednotky eCall. Možným řešením je, mimo lepšího uchycení, využití externích senzorů, které by vozidlové jednotce hodnoty předávaly.

Seznam použité literatury

- [1] Svítek, M.. *Základní definice dopravní telematiky* [online]
Publikováno 2001 [cit. 2015-02-26]. Dostupné z:
http://www.lt.fd.cvut.cz/its/rok_2001/hlavni.htm
- [2] Oficiální stránky HeERO. *Cíle*. [online].
Publikováno 2014 [cit. 2015-02-26]. Dostupné z:
<http://www.heero-pilot.eu/view/cs/heero/objectives.html>
- [3] Oficiální stránky HeERO. *Objectives* [online]
Publikováno 2014 [cit. 2015-02-26].
Dostupné z: <http://www.heero-pilot.eu/view/en/heero/objectives.html>
- [4] Superata, David. *Kdy bude fungovat automatické tísňové volání?*
Svět motorů, červenec 2010, s. 30-31.
- [5] Nesládek, Václav. *Pilotní ověření funkčnosti celoevropského automatického systému tísňového volání z paluby vozidla „eCall 112“ bylo úspěšně dokončeno*. [online].
Publikováno 13.1.2014 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z:
<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/pilotni-overeni-funkcnosti-celoevropskeho-automatickeho-systemu-tisnoveho-volani-z-paluby-vozidla-ecall-112-bylo-uspesne-dokonceno.html>
- [6] Tisková zpráva. *MEPs back deal with Council on automatic emergency call system for cars* [online].
Publikováno 4.12.2014 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z:
<http://www.europarl.europa.eu/news/cs/news-room/content/20141201IPR81901/html/MEPs-back-deal-with-Council-on-automatic-emergency-call-system-for-cars>
- [7] Český kosmický portál. *eCall (automatické tísňové volání z vozidla)*. [online].
Publikováno v r. 2014 [cit. 2015-03-01]. Dostupné z:
<http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/its---dopravni-telematika/ecall/>
- [8] Oficiální stránky HeERO. *Vision?* [online].
Publikováno v r. 2014 [cit. 2015-02-26]. Dostupné z:
<http://www.heero-pilot.eu/view/en/heero/vision.html>

- [9] Oficiální stránky HeERO. *What is HeERO*. [online].
Publikováno v r. 2014. [cit. 2015-02-26]
Dostupné z: <http://www.heero-pilot.eu/view/en/heero.html>
- [10] BESIP. *Moderní technologie vozidel*. [online].
Publikováno v r. 2012 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z:
<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel>
- [11] Policie ČR. *Informace o nehodovosti na pozemních komunikacích České Republiky za rok 2014* [online].
Publikováno v r. 2015 [cit. 2015-03-05]. Dostupné z:
<http://www.policie.cz/soubor/2014-12-informace-pdf.aspx>
- [12] Přehledy právních předpisů EU. *Doprava*. [online] [cit. 2015-03-08].
Dostupné z: http://europa.eu/legislation_summaries/about/index_cs.htm
- [13] Hložek, Martin. *Možnosti využití systému E-Call v dopravě*. Praha 2012.
Bakalářská práce. ČZU Praha, Technická fakulta, Katedra vozidel a pozemní dopravy.
- [14] Williams, Bob. *Third Party Supported eCall and Future eCall Standards*. [online].
Publikováno v říjnu 2012 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z:
<http://www.heero-pilot.eu/ressource/static/files/8--w15-0410-121015-tps-and-future-standards.pdf>
- [15] eSafety forum. *eSafety standardisation*. [online].
Publikováno 15. 1. 2007 [cit. 2015-03-08]. Dostupné z:
<http://www.imobilitysupport.eu/library/imobility-forum/steering-group/2007-5/23rd-meeting/950-sg-23rd-standardisation/file>
- [16] Oficiální stránky Volvo. *Volvo on call* [online] [cit. 2015-03-11].
Dostupné z: <http://www.volvocars.com/cz/campaigns/misc/oncall/Pages/Overview.aspx>
- [17] Oficiální stránky OnStar. *Services* [online] [cit. 2015-03-11].
Dostupné z: <https://www.onstar.com/us/en/services/services.html>
- [18] Jan Sajdl. *BMW Assist* [online] [cit. 2015-03-11].
Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/bmw-assist/>
- [19] Oficiální stránky Mercedes-Benz. *TeleAid* [online] [cit. 2015-03-11].
Dostupné z:
<https://lonestarcalgary.mercedes-benz.ca/en-CA/owners/customer-care/tele-aid/>

- [20] Bezpečnostní testy nejprodávanějších automobilů v Evropě. *Nejčastější otázky*. [online]
Dostupné z: <http://www.crashtest.cz/?act=faq>
- [21] dTest. *Náraz do sloupu*. [online] [cit. 2015-03-14]
Dostupné z: <https://www.dtest.cz/clanek-68/naraz-do-sloupu>
- [22] Bezpečnost vozidel silničního provozu. *Bezpečnost Chodců* [online] [cit. 2015-03-14]
Dostupné z:
<http://www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/09-bezpecnost-chodcu-pdf-p67170>
- [23] The AA. *Crash Test Dummies* [online].
Publikováno 19. 04. 2013 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z:
http://www.theaa.com/motoring_advice/euroncap/dummies.html
- [24] M. Kleinberger and col.: *Development of Improved Injury Criteria for the Assessment of Advanced Restraint Systems*. Publikováno v září 1998.
- [25] Vehicle safety workgroup. *Crash Analysis Criteria Description*. [online]
Publikováno v říjnu 2006 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z:
https://www.ni.com/pdf/products/us/crash_functions_descriptions.pdf
- [26] Interní zpráva z provedení nárazové zkoušky, Praha
- [27] ECE Regulation 94. Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the occupants in the event of a frontal collision.
- [28] ECE Regulation 95 Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the protection of the occupants in the event of a lateral collision
- [29] Prof. Dr. Ing. Miroslav Svátek, Prof. Ing. Jan Kovanda, CSc. a kolektiv. *Výzkum způsobu odhadu následků dopravních nehod a jejich využití v systému eCall*. Publikováno v roce 2010.
- [30] Národní seminář k problematice systému automatického tísňového volání z paluby vozidla eCall 112, z 13.června 2013. Prezentace pana MUDr. Ondřeje Fraňka: *eCall pohledem záchranné služby*.
- [31] Svátek, M. *ITS v podmínkách dopravně-telekomunikačního prostředí ČR (802/210/108)- příloha č.8: „Systém tísňového volání (e-call)“* [online]. Publikováno 2004.
Dostupné z:
http://www.lt.fd.cvut.cz/its/rok_2003/dokumenty/technicka_zprava_its_2003.pdf

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků:

- Obr. 1 - Výztuhy a nebezpečné náplně ve voze Volkswagen Caddy EcoFuel
- Obr. 2 – Vazba dopravní telematiky a přepravně-dopravního řetězce
- Obr. 3 – logo iniciativy eSafety
- Obr. 4 – logo programu eCall
- Obr. 5 – Možnosti lokalizace polohy mobilního telefonu
- Obr. 6 – Princip lokalizace pomocí GPS
- Obr. 7 – Doporučené řešení komunikace vozidlové jednotky a Centra tísňového volání
- Obr. 8 – Zobrazení zkoušky čelního nárazu s přesazením
- Obr. 9 – Zobrazení zkoušky bočního nárazu
- Obr. 10 – Zobrazení zkoušky bočního nárazu do sloupu
- Obr. 11 – Zobrazení zkoušky střetu automobilu s chodcem (vlevo) a jeho hodnocení (vpravo)
- Obr. 12 – Figuríny Hybrid III (vlevo) a Euro SID II (vpravo)
- Obr. 13 – Figurína BioRID II
- Obr. 14 – Vztah mezi stupnicemi HIC a AIS
- Obr. 15 – Vztah mezi kritériem Nij a AIS
- Obr. 16 a 17 – Prototyp jednotky eCall Obr. 17 – logo programu eCall
- Obr. 18 – Umístění jednotky eCall v při nárazových testech
- Obr. 19 – Figurína ÚSMD Manikin po úpravách
- Obr. 20 – Osobní automobil Škoda Favorit
- Obr. 21 – Začátek deformace přední části vozidla
- Obr. 22 – Náraz hlavy do volantu
- Obr. 23 – Vozidlo po nárazu
- Obr. 24 – Průběh zrychlení na karoserii
- Obr. 25 – Průběh zrychlení hlavy figuríny a hodnota HIC
- Obr. 26 – Průběh zrychlení hlavy dětské figuríny
- Obr. 27 – Okamžik maximálního zrychlení na hlavě figuríny z videozáznamu
- Obr. 28 – Průběh zrychlení zachycený jednotkou eCall ve dvou osách
- Obr. 29 – Osobní automobil Škoda Superb
- Obr. 30 – Impaktor o vysoké tuhosti použitý při první nárazové zkoušce
- Obr. 31 – Tramvajový čelník použitý při druhé nárazové zkoušce
- Obr. 32 – Vozidlo po prvním nárazovém testu

- Obr. 33 – Průběh zrychlení na karoserii
Obr. 34 – Průběh zrychlení v hlavě řidiče
Obr. 35 – Průběh zrychlení v hlavě spolujezdce
Obr. 36 – Umístění jednotky eCall ve vozidle
Obr. 37 – Vozidlo po druhém nárazovém testu
Obr. 38 – Průběh zrychlení na karoserii
Obr. 39 – Průběh zrychlení v hlavě řidiče
Obr. 40 – Průběh zrychlení v hlavě spolujezdce
Obr. 41 – Průběh zrychlení zachycený jednotkou eCall ve dvou osách

Seznam tabulek:

- Tab. 1 – Popis událostí mezi centrem tísňového volání a vozidlovou jednotkou
Tab. 2 – Specifikace minimálních dat odeslaných vozidlovou jednotkou
Tab. 3 – Specifikace datové zprávy o potvrzení přijetí MSD
Tab. 4 – Seznam vydaných a použitých norem pro eCall
Tab. 5 – Hodnoty poměrového a deformačního faktoru pro dané typy figurín
Tab. 6 – Hodnocení zranění podle stupnice AIS
Tab. 7 – Hodnocení závažnosti poranění podle metodiky AIS
Tab. 8 – Rozměry vozu Škoda Favorit
Tab. 9 – Informace o nárazu
Tab. 10 – Přiřazení intervalů kritéria HIC k hodnotám stupnice AIS
Tab. 11 – Kinetická energie a hybnost vagonu
Tab. 12 – Přiřazení intervalů kritéria HIC k hodnotám stupnice AIS

Seznam zkratek

- AIS - Abbreviated Injury Scale
ASCII - American Standard Code for Information Interchange
ASN.1 - Abstract Syntax Notation One
BCD - Binary Coded Decimal
CAN - Controller Area Network

CEN - European Committee for Standardization (Comité Européen de Normalisation)
CGI - Cell Global Identity
EA - Emergency Authority
EHK - Evropská Hospodářská Komise
ESO - European Standardization Organizations
ETSI - European Telecommunications Standards Institute
Euro NCAP - The European New Car Assessment Programme
GIS - Geografický Informační Systém
GPRS - General Packet Radio Service
GPS - Global Positioning Systém
GSM - Globální Systém pro Mobilní komunikaci (Groupe Spécial Mobile)
GTP - GPRS Tunnelling Protocol
HCC - Home Call Centre
HeERO - Harmonised eCall European Pilot
HIC - Head Injury Criterion
ISO - International Organization for Standardization
ITS - Intelligent Transport Systems
IVS - In-Vehicle System
LCC - Local Call Centre
MSD - Minimal Set of Data
Nij - Neck Injury Criterion
PSAP - Public Safety Answering Point
SP - Service Provider
TCTV - Telefonické Centrum Tísňového volání
TPS - Third Party Services
TPSP - Third Party Service Provider
UMTS - Universal Mobile Telecommunications Systém
VIN - Vehicle Identification Number
XML - Extensible Markup Language
ZZS - Zdravotnická Záchranná Služba