

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Technická fakulta**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

2014

Petr Čichovský

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Studijní obor: Silniční a městská automobilová doprava



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Technická  
fakulta**

Název bakalářské práce:

**Aktivní a pasivní bezpečnost z hlediska  
hodnocení Euro NCAP**

Autor bakalářské práce: Petr Čichovský

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Jan Kovanda, CSc.

Rok obhajoby: 2014

### **Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „**Aktivní a pasivní bezpečnost z hlediska hodnocení Euro NCAP**“ jsem vypracoval samostatně a veškerou použitou literaturu a další prameny jsem řádně označil a uvedl v příloženém seznamu.

V Praze dne 6. 4. 2014

podpis

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé práce panu Prof. Ing. Janu Kovandovi, CSc. za cenné rady a připomínky, které mi byly při zpracování velmi nápomocny.

## **Anotace**

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku aktivní a pasivní bezpečnosti vozidel, kdy se soustředím na působení organizace Euro NCAP. Zabývám se zhodnocením metodiky Euro NCAP a jejím přínosem k bezpečnosti dopravy. V jednotlivých částech práce se zabírám rozborem metod a vývoje Euro NCAP z hlediska aktivní a pasivní bezpečnosti vozidel. Blíže se zabírám jejich charakteristikou a popisuji pasivní bezpečnost (především ochranu cestujících a zkoušky na zkušebních figurínách) a aktivní bezpečnost (asistenční systémy). Nechybí ani rozbor vlivu zákaznických zkoušek na konstrukci a legislativu. V závěru práce se zabývám odhadem dalšího vývoje.

## **Annotation**

The thesis is focus on problems of active and passive safety of cars when I apply my mind to effect of organization Euro NCAP. I am concerned with the evaluation of Euro NCAP methodics and benefit in transport safety. I apply my mind to analysis of methodics and development of Euro NCAP related with active and passive safety of cars. I concerned to the characteristic of this safety and I characterize passive safety (protection of passengers and tests of probationary dummies) and active safety (the safety assist). I focus on the analysis of influence of customer tests on constructions and legislation. In closing I deal with the estimation of future development.

## Obsah

Úvod.....	7
1. Rozbor metod a vývoje Euro NCAP.....	9
1.1. Vývoj Euro NCAP .....	10
1.2. Výběr automobilu ke zkoušení.....	11
1.3. Hodnocení pasivní bezpečnosti automobilů.....	12
1.3.1. Veličiny související s ochranou cestujících .....	13
1.3.2. Ochrana dospělých.....	15
1.3.2.1. Zkouška čelním nárazem.....	15
1.3.2.2. Zkouška bočním nárazem.....	17
1.3.2.3. Zkouška bočního nárazu na sloup .....	19
1.3.2.4. Zkouška na Whiplash .....	21
1.3.3. Ochrana dětí.....	23
1.3.3.1. Hodnocení bezpečnosti dětí pomocí nárazových testů.....	23
1.3.3.2. Kontrola instalace dětských zádržných systémů (CRS).....	23
1.3.3.3. Hodnocení dětských zádržných systémů.....	24
1.3.3.4. Další dětské prvky .....	26
1.3.4. Ochrana chodců .....	26
1.3.4.1. Zkoušení bezpečnosti chodců.....	27
1.3.5. Zkušební figuríny (modely osob) .....	29
1.4. Hodnocení aktivní bezpečnosti automobilů.....	35
1.4.1. Systémy SBR, ESC, SAS, AEB .....	35
1.4.1.1. Hodnocení SBR .....	36
1.4.1.2. Hodnocení ESC .....	37
1.4.1.3. Hodnocení SAS .....	37
1.4.2. Systémy nouzového brzdění AEB (Autonomous Emergency Braking)...	38
1.4.2.1. Hodnocení systému AEB City.....	39
1.4.2.2. Hodnocení systému AEB Inter Urban.....	39
2. Rozbor vlivu zákaznických zkoušek na konstrukci a legislativu .....	41
3. Odhad dalšího vývoje .....	47
Závěr .....	49
Seznam použitých zdrojů.....	51
Seznam grafů, obrázků a tabulek.....	52

## Úvod

K současné době neodmyslitelně patří automobilová doprava, která vykazuje řadu výhod, ale i nevýhod. Mezi hlavní nevýhody patří negativní vliv na životní prostředí a ve velké míře dopravní nehody. V mnoha případech dochází při dopravních nehodách ke zraněním cestujících či jiných účastníků silničního provozu a to s následkem vážných zranění nebo dokonce s následkem smrti. Aby se snížila rizika spojená s dopravní nehodou, nebo aby k dopravní nehodě vůbec nedošlo, jsou automobily vybaveny prvky aktivní a pasivní bezpečnosti. Pro ověření správné funkce těchto prvků je podle zákona nutné nové automobily hodnotit a zkoušet z hlediska bezpečnosti na základě legislativních předpisů podle EHK/OSN (Evropská hospodářská komise OSN). Existují však nezávislé organizace zabývající se zkoušením bezpečnosti automobilů na vyšší a přísnější úrovni, než udává legislativa. Jednou z těch, kdo toto provádí, je nezávislá organizace Euro NCAP.

Euro NCAP se zabývá hodnocením pasivní a aktivní bezpečnosti nových automobilů. Provádí nárazové zkoušky automobilů (tzv. crash-testy), na jejichž základě se hodnotí pasivní bezpečnost, a dále provádí zkoušení některých prvků aktivní bezpečnosti. Výsledkem je celkové bezpečnostní hodnocení daného vozidla. Při výběru nového automobilu se někteří zákazníci již nerozhodují pouze na základě jeho vzhledu, výkonu a výbavy, ale také podle toho, jakou ochranu jim je vozidlo schopné poskytnout v případě dopravní nehody. Nárazové zkoušky se staly významnou součástí při vývoji a zkoušení automobilů. Aby informace plynoucí z nárazových zkoušek nebyly zkresleny, a aby existovalo porovnání podle předem stanovených podmínek, zavedla organizace Euro NCAP vlastní nárazové zkoušky, které se co nejvíce podobají skutečným dopravním nehodám a umožňují tak lepší posouzení bezpečnosti vozidel. Název Euro NCAP vychází z anglického European New Car Assessment Programme, neboli Evropský program hodnocení nových vozů, a je ekvivalentem podobných testů ve Spojených státech, Japonsku nebo Austrálii. Založeno bylo v prosinci roku 1996 a v roce 1998 se stalo oficiálně nezávislou mezinárodní organizací fungující podle belgických zákonů. S organizací Euro NCAP spolupracuje množství institucí včetně Evropské komise nebo Mezinárodní automobilové federace (FIA).

Práce se zabývá aktivní a pasivní bezpečností automobilů, přičemž hlavním cílem práce je zhodnocení metodik Euro NCAP z hlediska konstrukce a přínosu k bezpečnosti dopravy. K naplnění tohoto cíle je třeba splnění několika dalších cílů. Je třeba provést rozbor metod hodnocení bezpečnosti podle Euro NCAP, charakterizovat vliv zákaznických zkoušek na konstrukci a legislativu a odhadnout další pravděpodobný vývoj.

Data pro tuto práci jsou primárně získána z internetových stránek nezávislé organizace Euro NCAP. Jedná se především o údaje týkající se zkoušení a hodnocení aktivní a pasivní bezpečnosti nových vozů.

V první části práce charakterizují organizaci Euro NCAP a popisují její vývoj od roku 1970. Dále se v této části zabývám výběrem automobilu ke zkoušení, kde se zaměřuji na kritéria, podle kterých jsou vozy vybírány. V této kapitole specifikuji hodnocení aktivní a pasivní bezpečnosti, přičemž do hodnocení pasivní bezpečnosti spadá ochrana dospělých, dětí, chodců a popis zkušebních figurín. V rámci hodnocení aktivní bezpečnosti se zabírám asistenčními systémy.

Druhá kapitola práce je zaměřena na rozbor vlivu zákaznických zkoušek na konstrukci a legislativu, kde se zabývám vlivem Euro NCAP jak na výrobce automobilů, tak na spotřebitele.

Ve třetí kapitole se zabývám odhadem dalšího vývoje v oblasti aktivní a pasivní bezpečnosti automobilů a pravděpodobných inovací.



## 1. Rozbor metod a vývoje Euro NCAP

Aktivní a pasivní bezpečnost automobilu jsou faktory, které mohou zajistit ochranu zdraví posádky vozidla nebo zmírnit následky dopravní nehody. Pro lepší porozumění bude dobré si tyto dva pojmy nejprve vysvětlit.

**Aktivní bezpečností automobilu** se rozumí vše, co zvyšuje bezpečnost před dopravní nehodou nebo se nehodě snaží zabránit, to znamená rychle odjet z kritického místa, vyhnout se překážce, včas zastavit před překážkou atd. Protože jde o rozsáhlou skupinu prvků aktivní bezpečnosti, je výhodné ji dále dělit.

Rozdělení prvků aktivní bezpečnosti může být následující:

- a) Jízdní – zahrnuje prvky, které se podílejí na bezpečnosti jízdy (manévrovatelnost vozu, vlastnosti pneumatik, stabilita, odpružení, geometrie podvozku, pevnost konstrukce, řízení, brzdy, systémy ABS, ASR, ESP, což jsou systémy zabráňující zablokování kola při brzdění nebo zabráňují protáčení hnacích kol a eliminují nebezpečí smyku.),
- b) Operační – zahrnuje prvky, které usnadňují řidiči ovládání vozidla (výkon motoru, operační rozsah, ergonomie, ovládací síly, výhled),
- c) Kondiční – zahrnuje prvky, které tvoří pohodlí řidiče a cestujících (topení, větrání, klimatizace, posaz),
- d) Varovná neboli signální – zahrnuje prvky, které upozorňují ostatní účastníky dopravy, nebo samotného řidiče například při nezapnutém pásu. K tomuto rozdělení lze dále započítat spoustu větších i menších detailů, jako jsou například stěrače s cyklovačem, ostřikovače a stěrače světlometů, elektrické stírání a vyhřívání zpětných zrcátek, parkovací radar.<sup>1</sup>

**Pasivní bezpečností automobilu** se rozumějí prvky a zařízení, které chrání řidiče a cestující při dopravní nehodě a rozhodují o zranění, případně o smrti řidiče a cestujících vozidla. Pasivní bezpečnost automobilu je z největší části závislá na konstrukci karoserie, která má odstupňovanou tuhost. Přední a zadní části automobilu jsou konstruovány jako deformační zóny, jejichž úkolem je absorbovat kinetickou energii

---

<sup>1</sup> FIRST, Jiří a kol. *Zkoušení automobilů a motocyklů: Příručka pro konstruktéry*. Praha: S&T CZ s.r.o., 2008. ISBN 978-80-254-1805-5.

vozidla při nárazu. Střední část automobilu, kde je prostor pro řidiče a cestující, tvoří se střechou a dveřmi pevnou konstrukci, která se při dopravní nehodě deformuje co nejméně. Dále mezi prvky pasivní bezpečnosti patří: bezpečnostní pásy, airbagy, opěrky hlavy, výčnělky a netříštivé materiály, jejichž úkolem je zabránit převážně řezným a bodným poraněním osob, prvky kompatibility, jejichž úkolem je zmírnit nerovnováhu kolidujících objektů, zařízení proti podjetí, vklínění a kryty mechanismů, nehořlavé materiály, jejichž úkolem je zabránit požáru, ponehodové systémy, jejichž úkolem je umožnit pomoc po nehodě. Pro správnou funkci těchto prvků je důležitým faktorem dobrý technický stav vozidla.

### **1.1. Vývoj Euro NCAP**

Od roku 1970 začala řada evropských vlád spolupracovat s evropským výborem pro experimentování s vozidly (EEVC – European Experimental Vehicles Committee), který se zabývá hodnocením bezpečnosti automobilů. V roce 1990 se výzkum týkající se bezpečnosti vozidel začal široce rozvíjet a to zejména v postupech crash-testů pro ochranu pasažérů při čelním a bočním nárazu a pro ochranu chodců.

Do roku 1994 automobilový průmysl silně vzdoroval návrhům na přijetí evropské legislativy podle EEVC. V červnu roku 1994 zavedlo britské ministerstvo dopravy systém NCAP ve Velké Británii pro hodnocení bezpečnosti nových vozů s předpokladem následného rozšíření do celé Evropy. Program měl být komplexní a v souladu se zkušebními postupy vyvinutých EEVC. V červenci roku 1995 se v rámci Evropské komise sešli zástupci evropských zemí se zájmem o rozšíření tohoto programu do ostatních států Evropy.

Protože byl program velmi rozsáhlý, bylo nutné zajistit, aby posuzování bezpečnosti vozidel bylo vědecky podloženo. Pro první fázi testů byly vybrány vozy kategorie supermini.

Aby bylo možné mezi sebou navzájem porovnávat výsledky zkoušek bezpečnosti, bylo nutné provádět testování a závěrečné hodnocení metodami přísnějšími než udává

legislativa a ve spolupráci se světovými odborníky. V listopadu roku 1996 se Švédská národní správa silnic (SNRA) a Mezinárodní automobilová federace zapojily do programu a tím vznikla organizace Euro NCAP, jejíž ustavující schůze se konala téhož roku.

První výsledky Euro NCAP byly prezentovány na konferenci roku 1997 a týkaly se hodnocení ochrany dospělých cestujících a chodců. Výsledky nebyly příliš lichotivé. Zveřejnění těchto výsledků vyvolalo velký mediální zájem, což vzbudilo u automobilových výrobců silné negativní reakce a ještě v ten samý den kritizovali Euro NCAP a její hodnocení. Jedno z mnoha tvrzení bylo, že metody hodnocení jsou tak přísné, že by žádný automobil nemohl dosáhnout hodnocení ani čtyř hvězdiček z pěti možných v oblasti ochrany pasažérů.

Následující výsledky byly prezentovány v červenci roku 1997 a Euro NCAP oznámila, že prvním automobilem, které získalo čtyři hvězdičky v oblasti ochrany dospělých cestujících, se stalo Volvo S40. Následně se členství v Euro NCAP rozšířilo o další evropské státy.

## **1.2. Výběr automobilu ke zkoušení**

Před každým hodnocením je třeba nejprve automobil vybrat. Testovat každý nový automobil a každé modely nabízené výrobcem však není možné. Proto, aby Euro NCAP zajistila co nejširší spektrum informací pro spotřebitele, vybere každý rok ty nejzajímavější a nejpopulárnější modely. Ve většině případů se jedná o nové vozy, které právě vstupují na trh, ale testují se i vozy, které jsou již v prodeji.

Každý člen Euro NCAP sponzoruje hodnocení bezpečnosti alespoň jednoho modelu vozu za rok. Členové mají možnost si vybírat takové vozidlo, které je nějakým způsobem významné pro jejich domácí trh, nebo takové vozidlo, které je důležité v určitém tržním segmentu. Dále si mohou hodnocení svých vlastních vozů sponzorovat výrobci. Následný postup testování je v obou případech stejný.

Po nominaci vozu k testování, požádá Euro NCAP výrobce o informace týkající se automobilu a jeho bezpečnostního vybavení, které je do vozidel instalováno pro evropské spotřebitele. Na základě těchto informací se odvozuje varianta testu. Obecně

platí, že zkoušený vůz má standardní bezpečnostní vybavení. Ve výjimečných případech Euro NCAP umožňuje využít některou doplňující technologii, pokud ovšem byla zastoupena u vysokého počtu prodaných vozů.

Pro posouzení bezpečnosti je třeba použít až čtyři vozy. Pokud je vůz již v prodeji, zakoupí Euro NCAP vůz od prodejce stejným způsobem jako spotřebitel. Automobily jsou kupovány anonymně buď od jednoho, nebo více prodejců. Jakmile jsou vozy ve zkušební laboratoři, je výrobce informován o identifikačním čísle vozidla (VIN-kódu) a je vyzván k potvrzení specifikací vozidla. V případě, že byly provedeny změny ve výrobě v době, kdy už byly vozy v prodeji, a jedná-li se například o prvky bezpečnostního vybavení, může výrobce požádat o dodatečnou montáž těchto prvků.

Euro NCAP také testuje vozidla, která ještě v prodeji nejsou. Spotřebitel tím získává informace o výsledcích testů a je schopný učinit předběžná rozhodnutí, zda bude mít o vozidlo zájem či nikoliv. Euro NCAP také navštěvuje výrobní závody, kde náhodně vozidla vybírá, nebo provádí náhodný výběr podle seznamu VIN-kódu poskytnutého výrobcem. V okamžiku, kdy vybraný vůz dorazí do zkušební laboratoře, jsou zkontrolovány náležitosti a položky bezpečnostního vybavení vozidla. Za žádných okolností se netestují vozidla, která nejsou schválena jako typ, nejsou ze sériové výroby, nebo nejsou určeny k prodeji pro širokou veřejnost. V případě zjištění pochybností o konstrukčním stavu vozidla před nebo během testování, jsou výsledky neplatné.

### **1.3. Hodnocení pasivní bezpečnosti automobilů**

Celkové hodnocení bezpečnosti vozidla podle Euro NCAP se skládá z bodování ve čtyřech oblastech:

- ochrana dospělých,
- ochrana dětí,
- ochrana chodců,
- asistenční systémy.

K podkladovým dynamickým zkouškám se od roku 2009 přidal test na tzv. Whiplash krku, který vzniká prudkým a nekontrolovaným záklonem hlavy během nárazu. Dále jsou do celkového hodnocení zahrnuty omezovače rychlosti, elektronická kontrola

stability, systémy nouzového brzdění, signalizace nezapnutí bezpečnostních pásů a prvky týkající se dětských zádržných systémů.

Pro automobily, které byly testovány před rokem 2009, vydával Euro NCAP jen tři hodnocení (ochranu dospělých, ochranu dětí a ochranu chodců). Na hodnocení pasivní bezpečnosti dospělých a dětí mají vliv tři testy, které Euro NCAP provádí (zkouška čelního a bočního nárazu a zkouška bočního nárazu na sloup). Dále Euro NCAP provádí zkoušky zaměřené na střet automobilu s chodcem. Testy jsou navrženy tak, aby co nejméně simulovaly reálné nehody a jejich charakter, při kterých dochází k vážným a smrtelným zraněním.

Výsledné hodnocení vyjadřuje počet přidělených hvězdiček v intervalu 0 (nevyhovující) až 5 (bezpečné)<sup>2</sup>. A jelikož jsou výsledky volně dostupné, zákazník či spotřebitel si tak má možnost zjistit jakou úroveň ochrany má jeho vůz, nebo vůz, o který má zájem, a následně mezi sebou může jednotlivé vozy porovnávat.

Jednotlivé zkoušky jsou nejprve samostatně hodnoceny body v rozsahu 0 až 34 bodů, čemuž na závěr odpovídá počet hvězdiček celkového hodnocení. Pro podrobnější přehled využívá Euro NCAP grafiku těl pasažérů, která je rozdělena na jednotlivé oblasti barevně odlišené, tyto oblasti vyjadřují konkrétní část lidského těla a jednotlivé barvy pak určují míru možného poranění. Podobným způsobem se vyjadřuje míra poranění chodce při střetu s vozidlem, kde se využívá grafika přední části vozu s vyznačením rizikových partií.

### 1.3.1. Veličiny související s ochranou cestujících

Do těchto veličin patří:

- a) hmotnost  $m$  [kg],
- b) rychlost  $v$  [m/s],
- c) zrychlení  $a$  [ $m/s^2$ ],
- d) čas  $t$  [s],
- e) dráha  $s$  [m],

---

<sup>2</sup> Výsledky jsou volně dostupné na internetových stránkách [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

- f) síla F [N],  
 g) kritérium poranění hlavy HPC [1],

$$HPC = (t_2 - t_1) * \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} * \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2,5}, \text{ kde}$$

$t_{1,2}$  - čas pro počátek a konec sledovaného děje. Interval  $t_2-t_1$ , kde doba od počátku kontaktu hlavy do konce záznamu, pro který je hodnota HPC maximální  
 $a$  - zrychlení.

- h) kritérium poranění krku NIC [kN],  
 i) ohybový moment krku [Nm],  
 j) kritérium komprese hrudníku ThCC [mm],  
 k) kritérium viskozity pro hrudník V\*C [m/s],

$$V*C = 1,3 * (V_{(t)} C_{(t)})_{\max}, \text{ kde}$$

$$V_{(t)} = \frac{8(D_{(t+1)} - D_{(t-1)}) - (D_{(t+2)} - D_{(t-2)})}{12\delta t}$$

$$C_{(t)} = \frac{D_{(t)}}{0,229}, \text{ kde}$$

$D$  - prohnutí hrudníku v čase  $t$  [m]

$\delta t$  - časový interval [s], jehož max. hodnota je  $1,25 * 10^{-4}$

- l) kritérium síly na stehenní kost FFC [kN],  
 m) kritérium síly ohnutí holenní kosti TCFC [kN],  
 n) index holenní kosti TI [1],

$$TI = \left[ \frac{M_R}{(Mc)_R} \right] + \left[ \frac{F_Z}{(Fc)_Z} \right], \text{ kde}$$

$$M_R = \sqrt{(M_x)^2 + (M_y)^2}$$

$M_{x,y}$  - ohybové momenty kolem osy x, y,

$(Mc)_R$  - kritický ohybový moment (má být 225 Nm)

$F_Z$  - kompresní axiální síla ve směru z [kN]

$(Fc)_Z$  - kritická kompresní síla ve směru z (má být 39,5 kN).

- o) kritérium deformace žeber RDC [mm],  
 p) kritérium síly na pánev PSPF [kN],  
 q) kritérium síly na břicho APF [kN].

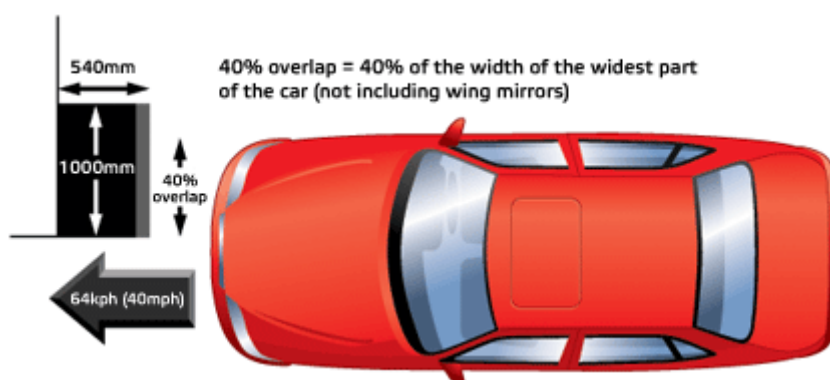
### 1.3.2. Ochrana dospělých

Ochrana dospělých a chodců bylo první co Euro NCAP hodnotila. Body jsou udělovány na základě výsledků nárazových zkoušek (zkouška čelního a bočního nárazu a zkouška bočního nárazu na sloup). Modifikátory jsou různá velikost a hmotnost cestujících a různá místa k sezení, kde hrozí kontakt s interiérem vozidla. Hodnocení bezpečnosti dospělých je zakončeno testem na Whiplash krku, který se provádí samostatně na pozici řidiče nebo na pozici spolujezdce.

#### 1.3.2.1. Zkouška čelním nárazem

Zkouška čelním nárazem byla vyvinuta Evropským výborem pro zvýšení bezpečnosti jako základ pro právní předpisy. Euro NCAP provádí zkoušku stejným způsobem, jen se zvýšenou nárazovou rychlostí o 8 km/h. Čelní náraz se provádí při rychlosti 64 km/h, při které vozidlo narazí do deformovatelné bariéry (obr. 1).

**Obrázek 1: Zkouška čelním nárazem**



Zdroj: Převzato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

Hodnocení se provádí na základě naměřených hodnot získaných ze zkušebních figurín, podle kterých se posuzuje bezpečnost cestujících na předních sedadlech vozidla. Zkoušený vůz při tomto testu narazí do bloku, což je nárazový prvek napodobující kolizního partnera, jehož přední část je vytvořena z deformovatelných hliníkových voštin. Tento způsob nárazu je nejčastějším typem dopravní nehody, která má za následek těžká a smrtelná zranění. Zkouška je simulací čelní srážky vozu s jiným vozem podobné hmotnosti. U většiny nehod je zasažen pouze úsek přední části vozu, proto při testu kryje bariéra 40 % z celkové šířky automobilu. Bariéra je navržena tak, aby co

nejvěrohodněji imitovala deformační povahu jiného vozu. Považuji za důležité zmínit, že při amerických testech (INSURANCE INSTITUTE FOR HIGHWAY SAFETY), kde při podobném testu bariéra překrývá 20 % z celkové šířky automobilu, jsou následky srážky fatálnější. Pro automobily je velmi náročné v tomto testu obstát, aniž by byl narušen prostor pro cestující. Kontakt pasažera s narušeným interiérem a karoserií uvnitř vozidla, je hlavní příčinou vážných a smrtelných úrazů. Zkušební rychlost 64 km/h představuje takovou rychlost, při které by se srazila dvě auta, přičemž by obě jela rychlostí 55km/h. Rozdíl v rychlosti je způsoben pohlcením energie deformovatelnou přední částí nárazové bariéry.

Při výzkumu bylo zjištěno, že při této nárazové rychlosti dochází ke většině dopravních nehod. Pro minimalizaci zranění musí účinně fungovat zádržný systém.

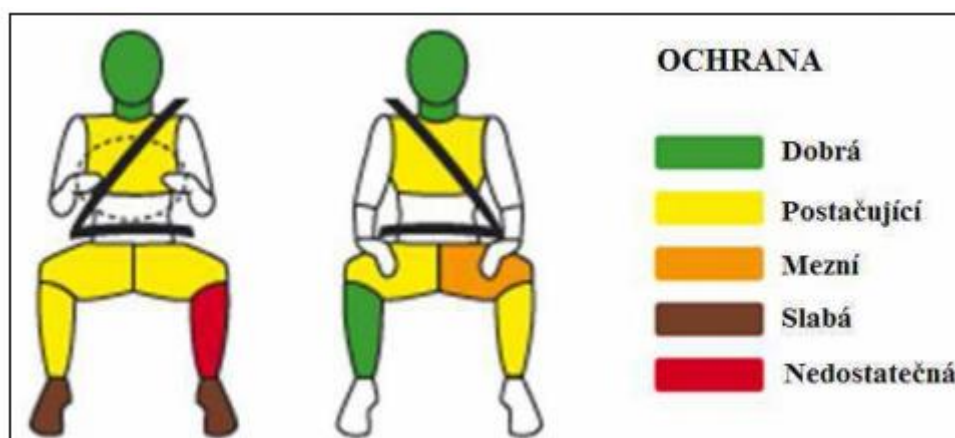
Airbagy umístěné ve volantu tvoří důležitou součást zádržného systému pro řidiče. Euro NCAP navrhuje, aby sedadlo vozu zajišťovalo stabilní podporu hlavy řidiče směrem proti airbagu, a nikoliv aby se hlava nacházela pod úrovní činného airbagu. Při nárazu vznikají setrvačné síly, které se na připoutaného cestujícího přenášejí zádržným systémem. Euro NCAP podporuje použití bezpečnostních pásů a dvoufázové airbagy, pomocí kterých se zmírní síly přenášené na cestující při nehodě a zabraňuje srážce hrudníku řidiče s volantem.

U většiny automobilů není zádržný systém schopný zabránit při nehodě srážce dolních končetin s interiérem vozidla, proto Euro NCAP doporučuje odstranění nebezpečných konstrukcí z oblastí vyhrazených pro nohy pasažera. Značné síly působící při nehodě mohou způsobit zranění kolen, stehen, kyčelních kloubů a pánve. Právě tyto části těla jsou nejvíce náchylná na dlouhodobá a trvalá zranění.

Zkouška je vyhodnocena na základě dat získaných ze zkušebních figurín (o figurínách je pojednáno níže) a následně graficky zpracována (obr. 2), kritické hodnoty jsou v tabulce 1.



Obrázek 2: Grafické vyhodnocení zkoušky čelním nárazem



Zdroj: Převzato z [www.vutbr.cz](http://www.vutbr.cz)

Tabulka 1: Kritéria zkoušky čelním nárazem

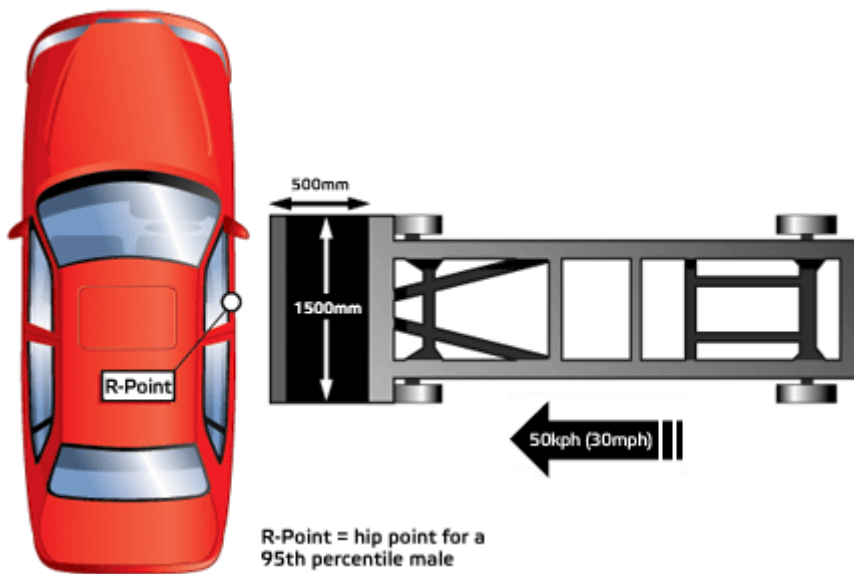
Část těla	Používané kritérium	Mezní přípustná hodnota
Hlava	HPC (head performance criterion) výsledné zrychlení hlavy $a_r$	HPC < 1000 $a_r$ nesmí přesáhnout 80g po dobu delší než 3ms
Šije	NIC (neck injury criterion)	Ohybový moment šije okolo osy nesmí přesáhnout 57 Nm
Hrudník	ThCC biomechanické stlačení hrudníku VC (viscous criterion) kritérium měkké tkáně hrudníku	maximálně 50 mm maximálně 1,0 m/s
Stehna	TCFC biomechanické stlačení stehenní kosti	maximálně 8 kN

Zdroj: Převzato z [www.vutbr.cz](http://www.vutbr.cz)

### 1.3.2.2. Zkouška bočním nárazem

Zkouška bočním nárazem je druhým nejdůležitějším testem. Tento typ havárie je simulován pomocí pohyblivé deformovatelné bariéry (MDB – mobile deformable barrier), která rychlostí 50 km/h narazí kolmo do boku automobilu ze strany dveří řidiče (obr. 3).

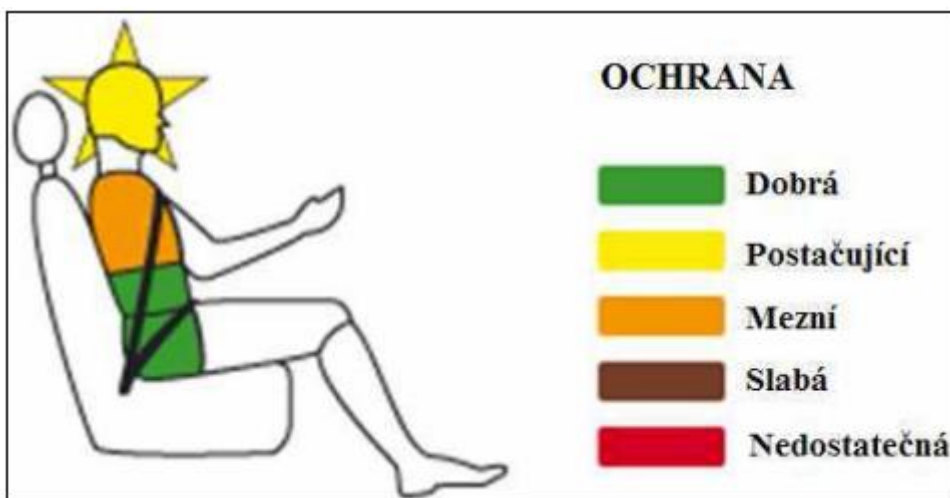
**Obrázek 3: Zkouška bočním nárazem**



Zdroj: Převzato [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

Z rozsahu porušení automobilu je obtížné posoudit úroveň bezpečnosti, proto je nutné sledovat chování zkoušeného vozidla během nárazu. Při této zkoušce se zjistilo, že přítomnost bočního airbagu markantně zvyšuje bezpečnost cestujícího při tomto typu dopravní nehody. Proto Euro NCAP považuje přítomnost bočního airbagu za nezbytnou součást bezpečnostního vybavení automobilu.

**Obrázek 4: Grafické vyhodnocení zkoušky bočním nárazem**



Zdroj: Převzato z [www.vutbr.cz](http://www.vutbr.cz)

**Tabulka 2: Kritéria zkoušky bočním nárazem**

Část těla	Používané kritérium	Mezní přípustná hodnota
Hlava	HPC (head performance criterion) výsledné zrychlení hlavy $a_r$	HPC < 1000 $a_r$ nesmí přesáhnout 80g po dobu delší než 3ms
Hrudník	RDC (rib deflection criterion) deformace žeber VC (viscous criterion) kritérium měkké tkáně hrudníku	maximálně 42 mm maximálně 1,0 m/s
Pánev	PSPF (pubic symphysis peak force) maximální zatížení stydkých kostí	maximálně 6 kN
Břicho	APF (abdomen peak force) maximální zatížení břicha	maximálně 2,5 Kn

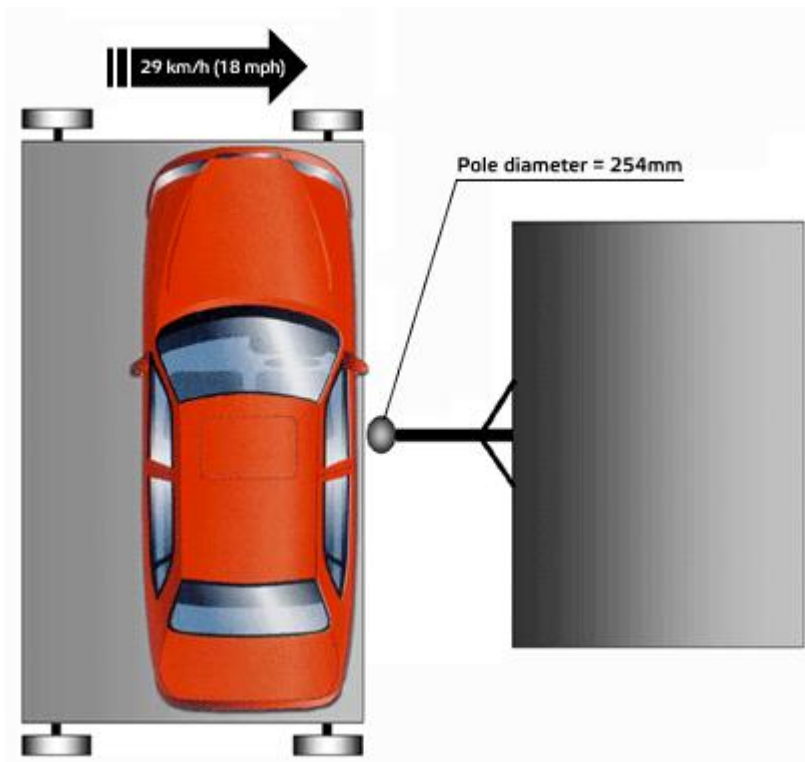
Zdroj: Převzato z [www.vutbr.cz](http://www.vutbr.cz)

### 1.3.2.3. Zkouška bočního nárazu na sloup

Je důležité si uvědomit, že typy nehod se po celém světě liší, ale přibližně čtvrtina závažných nehod s fatálními následky, byla způsobena bočním nárazem. Mnoho těchto zranění je způsobeno nárazem automobilu do boku jiného automobilu, nebo nárazem na pevný úzký objekt, jako je například strom, nebo sloup. U těchto nehod, bývá z velké části zasažena zejména hlava a horní část trupu pasažéra.

Pro ochranu při tomto typu nehody je třeba, aby vozidlo bylo vybaveno hlavovými airbagy, které pomáhají chránit hlavu a horní část trupu a zabraňují, aby hlava nepronikla oknem vozidla. Pro motivaci výrobců, aby svá vozidla vybavila těmito bezpečnostními prvky, je zapotřebí provést test s vozidlem, ve kterém jsou tyto prvky instalovány. Při zkoušce je vůz poháněn rychlostí 29 km/h kolmo na tuhý kůl (obr. 5).

Obrázek 5: Zkouška bočního nárazu na sloup



Zdroj: Převzato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

Průměr kůlu je relativně malý (254 mm), z toho důvodu snadno proniká do boku automobilu. Bez použití airbagů chránící hlavu řidiče, může být hlava zasažena takovou silou, která může způsobit smrtelné poranění. Nejvyšší možná hodnota kritéria poranění hlavy, bez použití airbagu, je 5000, což je pětikrát vyšší hodnota, než je hodnota označující pravděpodobnost vážného poranění mozku. S použitím airbagu chránící hlavu se kritérium poranění hlavy pohybuje okolo 100 až 300, což je výrazně pod referenční hodnotu zranění, mající výši 1000. Přítomnost bočního airbagu chránícího hlavu výrazně snižuje důsledky havárie navzdory její závažnosti.

Před rokem 2009 bylo výrobcům umožněno provést tento test u automobilů mající toto bezpečnostní vybavení, jako důkaz o účinnosti toho systému chránící hlavu. Hodnocení se zaměřilo pouze na ochranu hlavy a výsledky byly zahrnuty do bodování zkoušky bočním nárazem mobilní bariérou. V roce 2009 se stala zkouška bočního nárazu na sloup samostatnou a zahrnuje hodnocení ochrany i jiných částí těla, které mohou být postiženy, jako je hrudník a břicho.

#### 1.3.2.4. Zkouška na Whiplash

Whiplash je zranění způsobené náhlými deformacemi páteře, které může vést k dlouhodobým bolestivým potížím po dobu mnoha let. Whiplash není obvyklý u čelních a bočních nárazů, nejčastěji se vyskytuje při nárazu do zadní části vozidla. Poranění krční páteře není jednoduché diagnostikovat a je obtížně léčitelné. Je odhadováno, že náklady na léčení tohoto problému se v Evropě pohybují okolo 10 miliard Euro. Z těchto důvodů byla Euro NCAP motivována, aby zahrнула testy na Whiplash do svých nárazových zkoušek.

Činitelé způsobující zranění nejsou zcela objasněni, ale je známo, že provedení sedadla a opěrky hlavy může ovlivnit riziko zranění. Euro NCAP hodnotí geometrii opěrky hlavy, její snadné použití, zamykání opěrky hlavy a celkovou integritu sedadla.

Výsledek Whiplash testu je založen na geometrických aspektech obou sedadel (řidič/spolujezdec), do čehož patří velikost a tvar opěrek hlavy a jejich vzdálenost od hlavy pasažérů, provedení sedadla a chování opěrky po dynamické stránce během nárazového testu. Toto dynamické chování je posuzováno využitím zkušebního sedadla připevněného na testovací saně, po kterých se sedadlo pohybuje (obr. 6 a 7). Přičemž na obrázcích je vidět správná a nesprávná funkce opěrky hlavy. Zkouška je rozdělena na tři stupně:

- 1) nízký,
- 2) střední,
- 3) vysoký.

Tyto stupně představují jednotlivé nárazové síly, které mohou způsobit zranění. Zkouška na Whiplash je zařazena do crash-testů Euro NCAP od ledna 2009.

**Obrázek 6: Whiplash - Špatně nastavené sedadlo**



Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

**Obrázek 7: Správně nastavené sedadlo**



Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

**Obrázek 8: Příklad grafického vyhodnocení Whiplash podle Euro NCAP**



Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

### 1.3.3. Ochrana dětí

Každý rok umírá v Evropě při dopravních nehodách více než 1000 dětí. Téměř polovina těchto dětí nalezne smrt uvnitř vozidla. Euro NCAP se snaží apelovat na výrobce, aby se zaměřili na tento problém a poskytovali vhodná zařízení dětských zádržných systémů (CRS – Child Restraint System). Hodnocení bezpečnosti dětí zahrnuje tři důležité aspekty:

- 1) První část hodnocení je založena na ochraně nabízené CRS. Aby bylo možné posoudit ochranu pro kojence a batolata, používá Euro NCAP dětské figuríny, které jsou propojené s počítačovým systémem. Testování se provádí čelní a boční nárazovou zkouškou.
- 2) Nesprávná funkce dětských zádržných systémů může být přičítána chybě ze strany uživatele nebo nekompatibilitě mezi dětským zádržným systémem a vozidlem. Aby nedocházelo k nesprávné funkci v důsledku nekompatibility, provádí Euro NCAP kontrolu instalace dětské sedačky, což tvoří druhou část hodnocení.
- 3) Závěrečná část hodnocení je závislá na prvcích ISOFIX, což jsou úchyty nabízející nejbezpečnější způsob připevnění dětského zádržného systému.

#### 1.3.3.1. Hodnocení bezpečnosti dětí pomocí nárazových testů

Pro hodnocení bezpečnosti dětí se používají figuríny představující 1,5 až 3 roční děti, umístěné na zadních sedadlech automobilu v dětských zádržných systémech doporučených výrobcem vozidla. Zkouška probíhá pomocí crash-testů na čelní a boční náraz. Hlavní kritéria naměřená během zkoušek vycházejí z pohybu hlavy, krku, zatížení hrudníku a zrychlení. Pro kladné závěrečné hodnocení bezpečnosti dětí jsou důležité nízké hodnoty těchto kritérií, ale vůbec nejdůležitější faktem je, aby se zkušební figuríny nedostaly během nárazu ze sedadel, nebo mimo interiér vozidla.

#### 1.3.3.2. Kontrola instalace dětských zádržných systémů (CRS)

Součástí kontroly instalace CRS je výběr nejběžnějších dětských zádržných systémů a zhodnocení schopnosti vozidla tyto systémy bezpečně a správně upevnit. U vybraného

sedadla musí být při testech prokázáno, že poskytuje adekvátní ochranu. Typické vlastnosti, které jsou ověřovány, je délka pásů, umístění opasku, ukotvení ISOFIX a stabilita CRS. Euro NCAP se také zaměřuje na přepravu batolat otočených proti směru jízdy a hodnotí se, zda má vozidlo vůbec tuto schopnost. Body jsou udělovány za správnou a snadnou instalaci CRS na všech místech ve vozidle k tomu určených, což má být jasně uvedeno v příručce vozidla.

### 1.3.3.3. Hodnocení dětských zádržných systémů

Děti v Evropě mající výšku menší než 150 cm (v některých zemích 135 cm), musí být usazeny v dětském zádržném systému, který musí být přizpůsoben hmotnosti dítěte až do 36 kg. Dětský zádržný systém musí být schválen podle norem EHK/OSN.

Dětské zádržné systémy se dělí do kategorií podle hmotnosti dítěte. Některé dětské zádržné systémy je možné upravovat v závislosti na růstu dítěte, proto může jeden systém patřit do více skupin. Níže uvedené CRS představují většinu běžných typů dostupných na evropském trhu (obr. 9 až 12) z hlediska velikosti, režimu a montáže systému. A používají se taktéž při kontrole instalace CRS.

- 1) Děti do 13 kg (přibližně 12 až 18 měsíců)

**Obrázek 9: Dětská sedačka do 13 kg**



Zdroj: Převzato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)



2) Děti do 18 kg (přibližně 3,5 roku)

**Obrázek 10: Dětská sedačka do 18 kg**



Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

3) Děti od 9 do 18 kg (přibližně 1 až 3,5 roku)

**Obrázek 11: Dětská sedačka od 9 do 18 kg**



Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

4) Děti od 15 kg a více (přibližně 3 roky)

**Obrázek 12: Dětská sedačka od 15 kg a více**



Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

#### 1.3.3.4. Další dětské prvky

Automobilu jsou uděleny dodatečné body, pokud je vybaven dalšími důležitými vlastnostmi přispívající k bezpečné přepravě dětí. Mezi tyto funkce patří úchyty ISOFIX, na místech k tomu určených (jejichž funkce je zřejmá z obr. 13), klimatizace, deaktivace airbagu při přepravě dítěte na předním sedadle (obr. 14), integrované sedačky atd.

**Obrázek 13: Úchyty ISOFIX**



Zdroj: Převezata z [www.detskydum.cz](http://www.detskydum.cz)

**Obrázek 14: Možnost vypnutí předního airbagu**



Zdroj: Převezata z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

#### 1.3.4. Ochrana chodců

Chodci tvoří v Evropě 14 % všech úmrtí na silnicích, včetně dětí a důchodců, a patří mezi nejzranitelnější skupiny účastníků silničního provozu, kterými jsou dále cyklisté a

motocyklisté. Úmrtí cestujících v dopravním prostředku se za poslední desetiletí výrazně snížilo, u ostatních účastníků silničního provozu se tento trend ve stejném období neprokázal.

Hlavní způsob, jak zachránit život mnoha chodců a předcházet také emocionálním traumatům řidičů při nehodě s chodcem, je vhodná úprava konstrukce vozidla. Hodnocení bezpečnosti chodců taktéž ovlivňuje celkové bodování. Cílem Euro NCAP je podporování a další zlepšování vývoje vozidla v této oblasti. V roce 1997-2009 vydával Euro NCAP samostatné hodnocení bezpečnosti chodců a v roce 2009 se stalo nedílnou součástí celkového hodnocení.

#### 1.3.4.1. Zkoušení bezpečnosti chodců

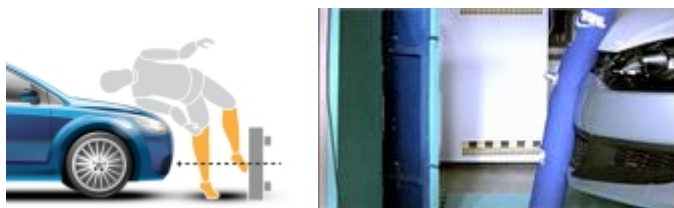
Testy se provádějí simulací nehody střetu automobilu s chodcem dětského, nebo dospělého charakteru, při rychlosti 40 km/h a z následně naměřených hodnot se vyvodí výsledné hodnocení.

Pomocí figuríny je velmi obtížné bezpečnost chodců posuzovat, protože i když je možné určit bod střetu mezi nárazníkem a nohou figuríny, není možné určit, kam následně dopadne hlava, jejíž ochrana je nejdůležitější. Řešením tohoto problému je používání jednotlivých maket částí těla tzv. impaktorů (obr. 15 až 17). Tyto makety představují kyčle, bérce a hlavu. Kyčle jsou ovlivňovány přední hranou kapoty, nárazníkem jsou ohroženy bérce a pro hlavu představuje největší nebezpečí horní plocha kapoty.

Ochrana chodců může být zvýšena použitím speciálního nárazníku, který se bude při srážce s chodcem deformovat, toho lze dosáhnout odstraněním nadměrně tuhé konstrukce a bude-li noha zasažena ve spodní části (od kolene dolů) tak, aby se síly rozložily v co největší délce. Pro ochranu hlavy je nezbytné, aby byla kapota schopná odrazu, to znamená zajištění dostatečné vůle mezi kapotou a tuhou konstrukcí tak, aby nenastala plastická deformace kapoty. U některých typů automobilů je toto řešeno speciálním krytem motoru, jiná vozidla využívají technologii Deployable protection systems (‘‘pop-up‘‘ kapota). Toto zařízení je navrženo tak, aby se při srážce s chodcem

kapota nadzvedla a vytvořila více prostoru pod ní a tím absorbovala energii vyvolanou nárazem hlavy do kapoty. Tím se sníží závažnost zranění. Většina těchto systémů dostupných na trhu obsahuje kontaktní senzory umístěné v přední části nárazníku. Senzory jsou propojeny se zařízením nadzvedávajícím kapotu, jehož součástí jsou pružiny, pyrotechnické nálože, nebo externí airbagy. U vozidel, která jsou vybavena systémem “pop-up“ kapoty, provádí Euro NCAP zkoušku nárazem makety hlavy. U této zkoušky se jednak hodnotí schopnost senzorů spouštět systém při kolizi s osobou, která se těžko detekuje vlivem její velikosti (například malé dítě), dále se hodnotí doba odezvy systému, která musí být dostatečně rychlá, aby tak byla poskytnuta co největší možná ochrana.

**Obrázek 15: Zasažení bérců**



Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

**Obrázek 16: Zasažení kyčlí**



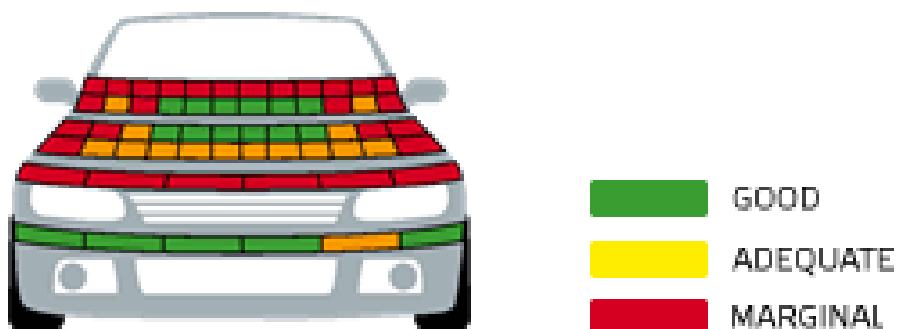
Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

**Obrázek 17: Zasažení hlavy**



Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

**Obrázek 18: Grafické vyhodnocení bezpečnosti chodců**



Zdroj: Převzato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

**Tabulka 3: Kritéria bezpečnosti chodců**

Impaktor	Kritérium	Dobré	Dostatečné	Marginální
Dolní končetina	Zrychlení [g]	$a < 150$	$150 \leq a < 200$	$a \geq 200$
	Posun [mm]	$b < 6$	$6 \leq b < 7$	$b \geq 7$
	Ohyb [°]	$\alpha < 15$	$15 \leq \alpha < 20$	$\alpha \geq 20$
Stehenní oblast	Ohybový moment [Nm]	$M_o < 300$	$300 \leq M_o < 380$	$M_o \geq 380$
	Celková síla [kN]	$F_c < 5$	$5 \leq F_c < 6$	$F_c \geq 6$
Hlava	HIC	$HIC < 1000$	$1000 \leq HIC < 1350$	$HIC \geq 1350$

Zdroj: Převzato z přednášky z předmětu Meteorologie, bezpečnost a ITS v dopravě

### 1.3.5. Zkušební figuríny (modely osob)

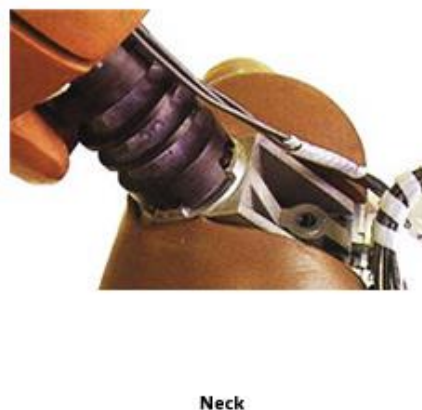
Nedílnou součástí hodnocení pasivní bezpečnosti jsou testovací figuríny. Jsou to nefunkční napodobeniny osob využívané pro více účelů. Hlavními důvody náhrady živých osob umělými je bezpečnost při zkouškách pasivní bezpečnosti a unifikace při zkouškách geometrických charakteristik. Jejich úlohou je simulovat chování řidiče a spolujezdce při nehodě a poskytnout úplný obraz pravděpodobných zranění způsobených nehodou. Při hodnocení bezpečnosti chodců se používají makety končetin, neboli impaktory, což jsou napodobeniny částí lidského těla.

Euro NCAP používá figuríny typu Hybrid III (obr. 19), které se používají pro zkoušku čelním nárazem, a Euro Sid 2 (obr.19) používané pro zkoušku bočního nárazu. Jsou vytvořené z ocelové kostry, která je pokryta pryží představující kůži, uvnitř figurín jsou

uloženy měřicí zařízení k získávání informací týkajících se děje během nehody (například zrychlení a působící síly), ze kterých se stanovují biomechanická kritéria zranění, na základě nichž se vyhodnotí, zdali z hlediska bezpečnosti vozidlo vyhovuje nebo nevyhovuje.

Cena jedné figuríny přesahuje 300 000 €, což je okolo 3 000 000 Kč, její životnost není neomezená, každá figurína se použije maximálně pro 100 crash-testů, přičemž po 50ti testech už se figurína nepoužívá pro primární zkoušky.

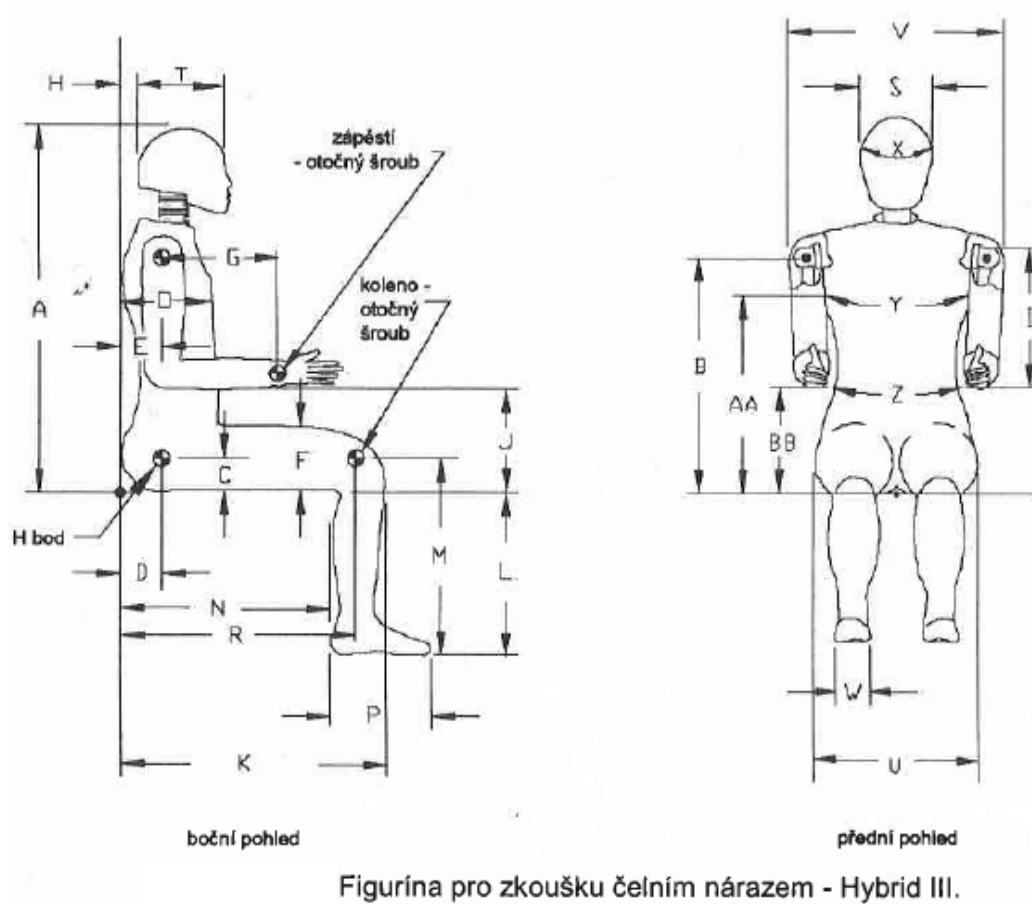
**Obrázek 19: Figuríny Hybrid III a Euro Sid 2**



Zdroj: Převzato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

Parametry a technické vybavení figuríny Hybrid III

**Obrázek 20: Figurína Hybrid III**



Zdroj: Převzato z knihy Zkoušení automobilů a motocyklů, Jiří First a kol.

**Tabulka 4: Parametry figuríny Hybrid III**

Parametr	označení	[mm]
Výška sedící části	A	884
Výška H-bodu	C	86
H-bod od zad	D	137
Délka stehenní části	K	592
Výška kolenního kloubu	M	493
Šířka hlavy	S	155
Hloubka hlavy	T	196
Obvod hlavy	X	572

Zdroj: Převzato z knihy Zkoušení automobilů a motocyklů, Jiří First a kol.

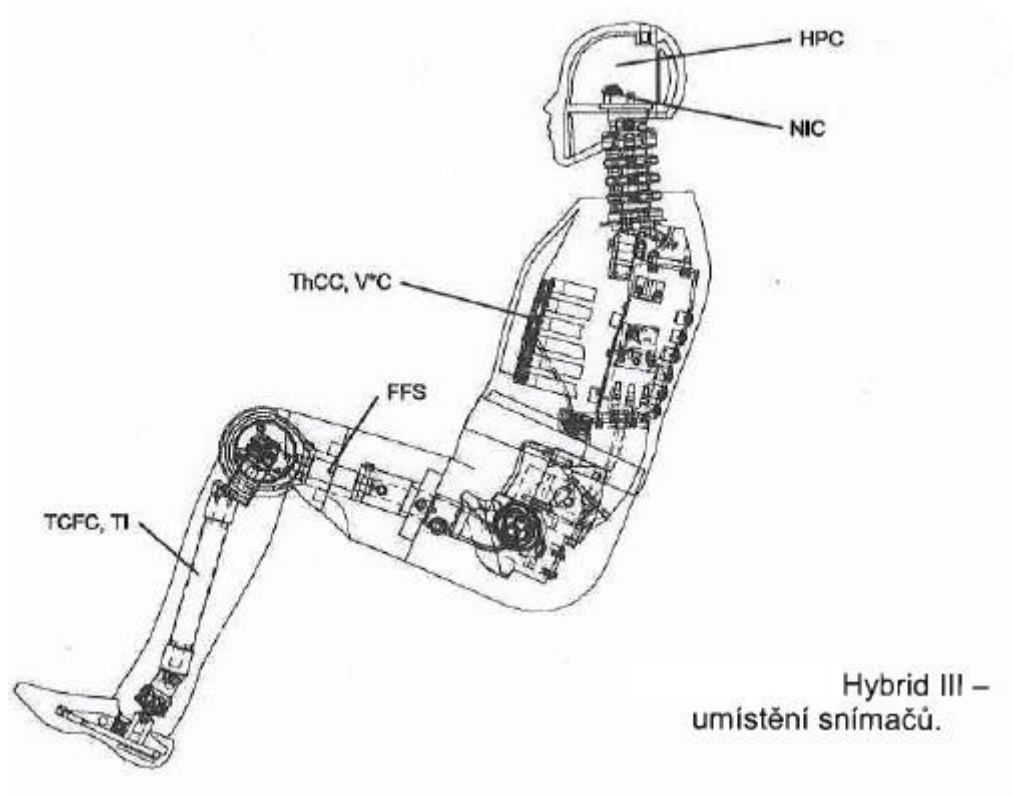
**Tabulka 5: Technické vybavení figuríny Hybrid III**

<b>Figurína Hybrid III, přehled použitých přístrojů a techniky</b>		
poloha	veličina	počet kanálů
hlava	zrychlení	3
hlava	úhlové zrychlení	9 nebo 12
hlava	úhlová rychlost	3
rozhraní hlava-krk	síly a momenty	3
rozhraní hlava-krk	síly a momenty	6
rozhraní krk-hrudník	síly a momenty	6
hrudník	zrychlení	3
hrudní páteř	síly a momenty	5
hrudní kost	zrychlení	3
páteř	zrychlení	3
hrudní kost	posunutí	1
bederní páteř	síly a momenty	3 nebo 6
pánev	zrychlení	3
přední horní třísko	zatížení	2 na každé straně
stehenní kost	síly a momenty	6 na každou kost
stehenní kost	síla	1 na každou kost
rozhraní koleno-holenní kost	posunutí	1 na každé koleno
koleno	síla	2 na každé koleno
horní část holenní kosti	síly a momenty	5 na každou kost
spodní část holenní kosti	síly a momenty	5 na každou kost
chodidlo	zrychlení	3 na každé chodidlo

Zdroj: Převzato z knihy Zkoušení automobilů a motocyklů, Jiří First a kol.



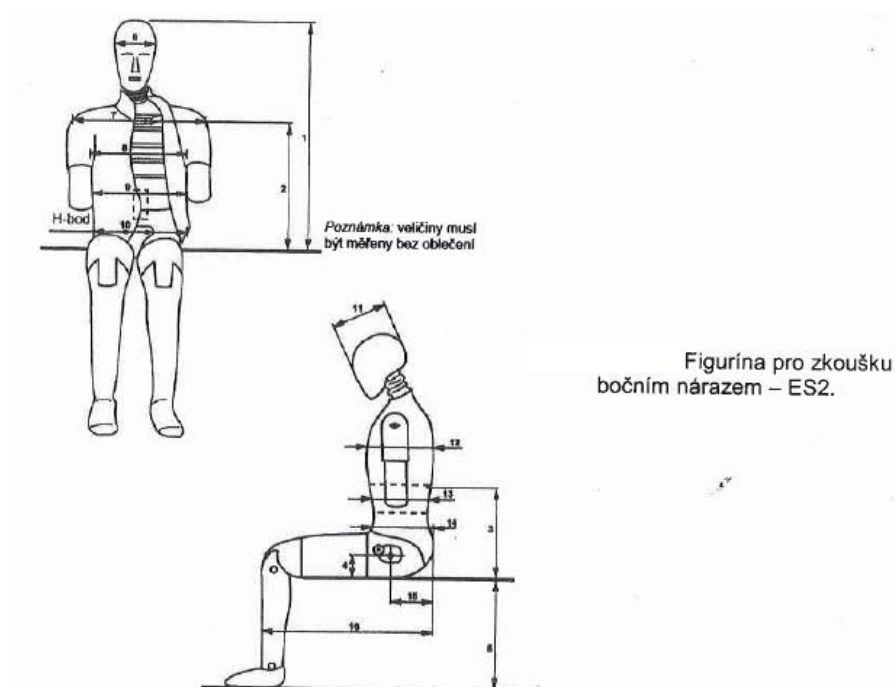
Obrázek 21: Hybrid III - umístění snímačů



Zdroj: Převzato z knihy Zkoušení automobilů a motocyklů, Jiří First a kol.

### Parametry a technické vybavení figuríny Euro-Sid 2

Obrázek 22: Figurína Euro-Sid 2



Zdroj: Převzato z knihy Zkoušení automobilů a motocyklů, Jiří First a kol.

**Tabulka 6: Parametry figuríny Euro-Sid 2**

číslo	veličina	hodnota (mm)
1	výška figuríny při sezení	909 ± 9
2	výška po ramenní kloub	565 ± 7
3	výška po dolní kraj hrudní páteře	351 ± 5
4	výška po bod H (střed šroubu)	100 ± 3
5	vzdálenost chodidlo - sedáku	442 ± 9
6	šířka hlavy	155 ± 3
7	šířka ramen	470 ± 9
8	šířka hrudníku	327 ± 5
9	šířka v oblasti břicha	280 ± 7
10	šířka pánve	366 ± 7
11	délka hlavy (hloubka)	201 ± 5
12	délka hrudníku ( hloubka)	267 ± 5
13	délka v oblasti břicha (hloubka)	199 ± 5
14	délka pánve (hloubka)	240 ± 5
15	vzdálenost bod H - zadní část hýždí	155 ± 5
16	vzdálenost kolena - zadní část hýždí	606 ± 9

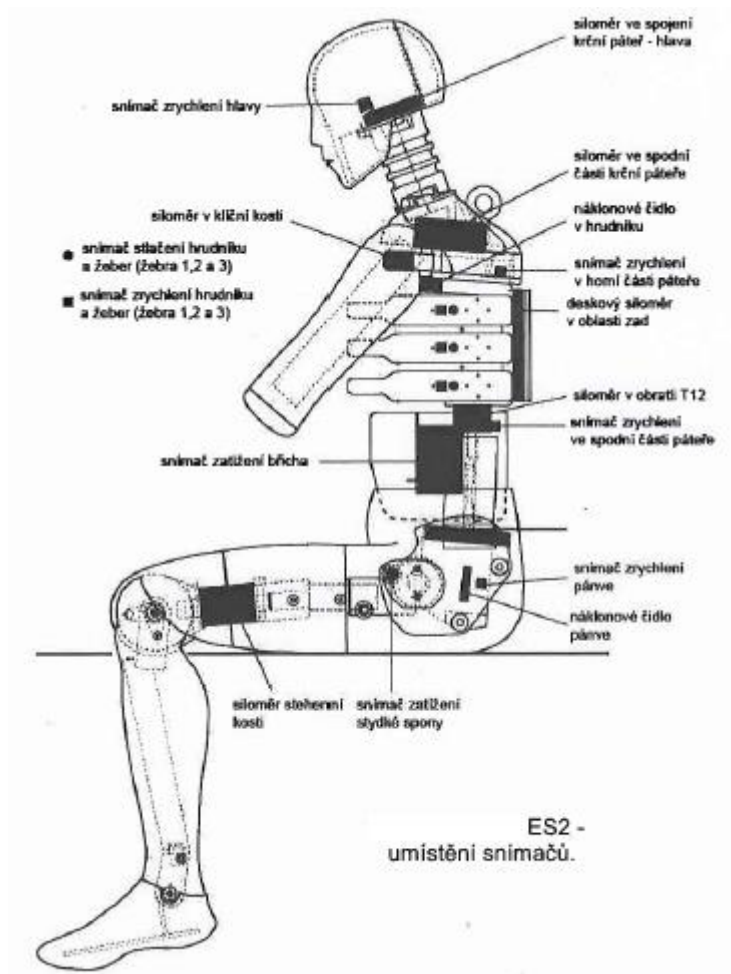
Zdroj: Převzato z knihy Zkoušení automobilů a motocyklů, Jiří First a kol.

**Tabulka 7: Technické vybavení figuríny Euro-Sid 2**

Přehled použitých přístrojů a techniky u figuríny ES-2:		
<b>hlava</b>	siloměr ve spojení krční páteř - hlava tři 1 - osé snímače zrychlení v těžišti hlavy	(6-osý: Fx, Fy, Fz a Mx, My, Mz)
<b>krční páteř</b>	siloměr ve spodní části krční páteře	(6-osý: Fx, Fy, Fz a Mx, My, Mz)
<b>ramena</b>	siloměr v klíční kosti	(3-osý: Fx, Fy, Fz)
<b>hrudník</b>	snímač úhlu sezení deskový siloměr v oblasti zad 3 - osý snímač zrychlení (nebo tři 1 - osé) v obratli T1 v hrudní dutině tři 1 - osé snímače zrychlení v obratli T2 1 - osé snímače zrychlení v každém žebro (ve směru osy x a y) tři lineární potenciometry pro každé žebro	(2-osý: statický úhel k ose X a Y) (4-osý: Fx, Fy a My, Mz)
<b>břicho</b>	siloměr v obratli T2 tři snímače zatížení břicha	(4-osý: Fx, Fy a Mx, My)
<b>pánev</b>	snímač úhlu sezení siloměr ve spodní části bederní páteře siloměr ve stydké sponě 3 - osý snímač zrychlení (nebo tři 1 - osé) v křížové kosti	(2-osý: statický úhel k ose X a Y) (3-osý: Fx, Fy a Mx, My) (1-osý: 3 x Fy)
<b>dolní končetiny</b>	siloměr ve stehenní kosti	(6-osý: Fx, Fy, Fz a Mx, My, Mz)

Zdroj: Převzato z knihy Zkoušení automobilů a motocyklů, Jiří First a kol.

Obrázek 23: Euro Sid 2 - umístění snímačů



Zdroj: Převzato z knihy Zkoušení automobilů a motocyklů, Jiří First a kol.

## 1.4. Hodnocení aktivní bezpečnosti automobilů

### 1.4.1. Systémy SBR, ESC, SAS, AEB

Prvotně je důležité vysvětlit používané zkratky systémů:

- SBR (Seat Belt Reminders) – signalizace nezapnutí bezpečnostních pásů,
- ESC (Electronic Stability Control) – systém zabraňující vzniku jízdní nestability,
- SAS (Speed Assistance Systmes) – omezovač rychlosti,
- AEB (Autonomous Emergency Braking) - systémy nouzového brzdění.

Tyto technologie hrají stále důležitější roli v předcházení dopravních nehod a zmírnění jejich následků. Mnoho systémů je zcela nových a jejich vliv na bezpečnost není dosud zcela objasněn. Nicméně bylo prokázáno, že technologie jako je SBR, ESC, SAS, mohou pomoci zachránit životy a jsou široce dostupné i mimo vozový park. V případě, že je některá z těchto technologií široce zastoupena na vozidlech prodávaných v Evropě, Euro NCAP tyto systémy boduje a zahrnuje do celkového hodnocení.

#### 1.4.1.1.Hodnocení SBR

Bezpečnostní pásy stále patří mezi nejúčinnější bezpečnostní vybavení každého automobilu. Je to základní součást každého zadržného systému, které výrobci neustále vyvíjejí a zdokonalují, aby byla zajištěna ještě větší ochrana cestujících. Avšak mnoho lidí řídí i bez použití bezpečnostních pásů. Právě tyto lidé výrazně zastupují ve statistikách vážná a smrtelná zranění způsobená při dopravní nehodě. Pokud je navíc automobil vybaven airbagy, je použití bezpečnostních pásů nezbytné, protože aktivovaný airbag bez použití pásů může cestujícího vážně zranit či usmrtit.

Předpokládá se, že mnozí z těch, kteří běžně nepoužívají bezpečnostní pásy, učiní jinak, pokud budou vyzváni signálem pro jejich použití. Při výzkumu se prokázalo, že použití bezpečnostních pásů je mnohem pravděpodobnější u automobilů vybavených upozorňovací signalizací SBR.

Euro NCAP hodnotí systémy SBR jednotlivých výrobců z pohledu plnění požadované funkce. Toto provádějí vyškolení inspektoři pomocí celé řady testů. Během testů se automobil pohybuje po zkušební dráze se zapnutými pásy, při rozepnutí pásů se rozezná zvukový signál, u kterého se posuzuje jeho hlasitost a doba trvání. Dále se posuzuje umístění a světelná jasnost signalizačního čidla v automobilu tak, aby byl viditelný z různých pozic a pro cestující různých velikostí. Při posuzování je snahou prozkoumat všechny možné situace, aby bylo vůbec možné zjistit, zda systém reaguje odpovídajícím způsobem.

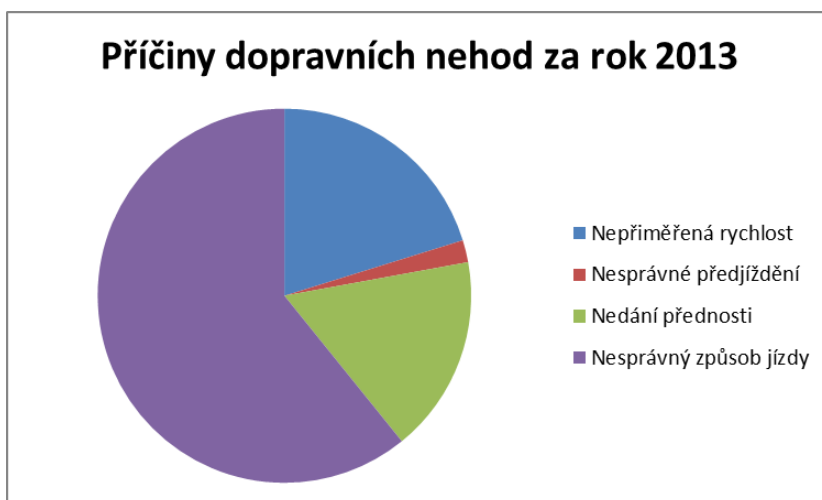
#### 1.4.1.2. Hodnocení ESC

Systémy ESC jsou posuzovány dle provedení série testů, které jsou prováděny při rychlosti 80 km/h s náhlým otočením („strhnutím“) volantu až o 270°. Vozidlo musí být schopné náhle vybočit z podélného směru jízdy a vyhnout se tak překážce aniž by nastal smyk a to do vzdálenosti nejméně 1,83 m v příčném směru. Dále se hodnotí, jak je systém schopný reagovat na vstupní hodnoty řízení. Systém ESC shromažďuje informace o rychlosti jednotlivých kol, kroutícím momentu motoru, otáčkách motoru a natočení volantu. Pomocí snímače dostředivého zrychlení je systém schopný zjistit zda se vozidlo pohybuje ve smyku, a pak případně zasáhnout prostřednictvím akčního členu, který přibrzdí některé z kol či sníží výkon motoru, tak aby nedošlo k jízdě nestabilitě.

#### 1.4.1.3. Hodnocení SAS

Nepřiměřená rychlost je vedle nedání přednosti, nesprávného způsobu jízdy a nesprávnému předjíždění, jedním z hlavních faktorů příčin a závažnosti mnoha dopravních nehod (viz graf 1). Rychlostní limity jsou navrženy na maximálně možné hodnoty pro dané prostředí se zajištěním bezpečnosti motoristů a ostatních účastníků silničního provozu. Správně navržené rychlostní limity by měly zajistit plynulost dopravního toku a být adekvátní k jízdním podmínkám.

**Graf 1: Příčiny dopravních nehod**



Zdroj: Data převzata z [www.policie.cz](http://www.policie.cz)

Zdůrazňují, že dodržování rychlostních limitů by odvrátilo mnoho dopravních nehod nebo popřípadě zmírnilo jejich následky.

Euro NCAP hodnotí tři různé funkce systému SAS:

- 1) systém informující řidiče o aktuálním omezení rychlosti,
- 2) systém upozorňující řidiče pokud rychlost automobilu překročí maximální hodnotu nastavené rychlosti,
- 3) systém zabraňující překročení maximální hodnoty nastavené rychlosti.

Nejvyspělejší systémy kombinují všechny tyto funkce, kde nastavení rychlosti lze provést pouhým potvrzením rychlostního limitu, který je detekován automobilem ze silničních značek týkajících se rychlosti, nebo pomocí digitálních mapových dat v palubním počítači. Systémy aktivně kontrolují maximální otáčky, testuje se, zda je systém schopný omezit rychlost vozu na maximální rychlost stanovenou řidičem.

#### 1.4.2. Systémy nouzového brzdění AEB

Euro NCAP rozděluje dostupné systémy do dvou kategorií:

- 1) low-speed/City systémy,
- 2) high-speed/Inter-Městské systémy.

Tyto systémy se mohou skládat ze dvou funkcí, funkce automatické brzdy a funkce varování před kolizí. V závislosti o jaký systém se jedná, může systém nabídnout jen jednu funkci, nebo obě (obr. 24).

Funkce automatická brzda se spíná automaticky bez reakce řidiče v případě, že hrozí srážka například s protijedoucím automobilem nebo s překážkou. Funkce varování před kolizí zajišťuje akustické varování v případě, že se blíží kolize. Za této situace bude mít řidič čas na použití brzd, nebo se pokusit vyhnout případné kolizi. V případě, že řidič reaguje na varování, vozidlo je schopno ve stejnou dobu zajistit, aby brzdy poskytovaly maximální brzdící účinek. Testování se provádí pomocí brzdícího robota, který na varování reaguje stejným způsobem jako řidič, což zajišťuje možnost opakování testů.

**Obrázek 24: Systémy AEB**



Zdroj: Převzato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

#### 1.4.2.1. Hodnocení systému AEB City

Euro NCAP testuje funkce automatického brzdění při nízkých rychlostních situacích. Systémy AEB se testují v rozsahu rychlostí 10 až 50 km/h, protože ani v takto nízkých rychlostech nemusí mít řidič dostatek času na to, aby zareagoval na varování. Zkouška probíhá tak, že se testované vozidlo pohybuje směrem k zadní části terče, který představuje vozidlo vpředu, kterého si řidič vlivem nepozornosti nevšiml. Zkouška se vyhodnocuje z velikosti zpomalení dosaženého pomocí funkce automatického brzdění.

#### 1.4.2.2. Hodnocení systému AEB Inter Urban

V případě systému AEB Inter Urban hodnotí Euro NCAP funkci automatické brzdy a funkci varování před srážkou ve třech různých jízdních situacích:

- 1) jízda proti stojícímu vozidlu rychlostí 30 až 80 km/h,
- 2) jízda za pomalu jedoucím vozidlem při rychlosti 30 až 80 km/h,
- 3) jízda za vozidlem, které náhle začne brzdit rovnoměrně nebo prudce při rychlosti 50 km/h.

Funkce automatická brzda je testována pouze u bodů 2) a 3), bod 1) je součástí hodnocení systému AEB City.

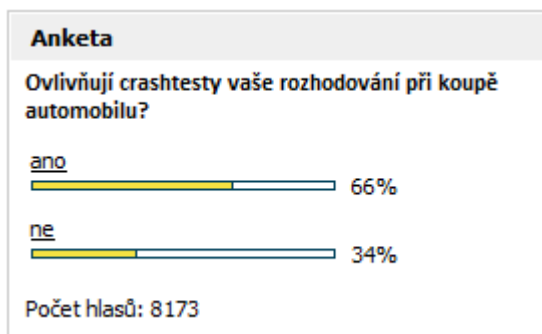
U funkce varování před kolizí začne brzdící robot brzdit za 1,2 sekundy, což je doba od začátku varování signalizace do okamžiku sešlápnutí pedálu. Tato doba odpovídá reakci nepozorného řidiče. Hlavním kritériem vyhodnocení je velikost brzdného zpomalení. Technologie AEB jsou pouze podpůrné systémy, na které by neměl řidič příliš spoléhat. V náročných situacích nemusí systém fungovat dostatečně účinně a dostatečně včas.



## 2. Rozbor vlivu zákaznických zkoušek na konstrukci a legislativu

V této době je bezpečnost automobilu pro spotřebitele důležitým faktorem, zda si automobil koupí či ne, to je patrné například z ankety.

**Graf 2 : Vliv crash-testů**



Zdroj: Převzato z [www.crashtest.cz](http://www.crashtest.cz)










Spotřebitelé mohou od Euro NCAP získat přesné informace týkající se bezpečnosti jednotlivých modelů automobilů a následně je mezi sebou porovnávat.

Podle zákona musí všechny nové modely projít určitými zkouškami před jejich prodejem. Právní předpisy však stanovují minimální zákonnou úroveň bezpečnosti nových vozů, přičemž se Euro NCAP zabývá nejlepšími možnými metodami v současnosti. Provedení změn v legislativě týkající se bezpečnosti automobilů může být zdlouhavé, především z důvodu, že je třeba vzít v úvahu stanoviska všech členských států Evropské unie. Navíc v okamžiku, kdy je legislativa stanovena, přestává stimulovat výrobce, aby vyhledávali nové inovace v oblasti bezpečnosti. Proto je pro Euro NCAP cílem neustále motivačně působit a přimět výrobce, aby zvyšovali minimální požadavky stanovené legislativou.

V roce 1997, kdy byla organizace Euro NCAP založena, bylo skoro nemožné, aby automobil dosáhl při hodnocení bezpečnosti z nárazových testů plných pěti hvězd. Po jedenácti letech se situace změnila tak, že 97 % zkoušených automobilů získalo plné hodnocení ochrany cestujících při zkoušce čelním nárazem. Názorným příkladem jsou automobily Audi A4, Ford Mondeo a BMW3, u kterých výrobci v průběhu několika let dosáhli značného zlepšení v oblasti pasivní bezpečnosti (obr. 25). Z tohoto pohledu lze

konstatovat, že organizace Euro NCAP působí jako bič na automobilové výrobce. Euro NCAP získala tak silnou reputaci, že výrobci osobních automobilů mají velký zájem na tom obstát v jimi prováděných testech, nebo nejlépe excelovat. Z pohledu veřejnosti by však Euro NCAP měla svá hodnocení zpřísnit.

**Obrázek 25: Zlepšení bezpečnosti v letech**

Audi A4	Ford Mondeo	BMW 3
1997, 64km/h 	1997, 64km/h 	1997, 64km/h 
2001, 64km/h 	2002, 64km/h 	2001, 64km/h 
2009, 72km/h 	2007, 64km/h 	2005, 64km/h 

Zdroj: Převzato z [www.pro-muze.com](http://www.pro-muze.com)

Jedním z dalších příkladů vlivu Euro NCAP je španělský výrobce Seat, který se v roce 2006 podvolil tlaku zákazníků a rozhodl se odstranit z modelu Leon signalizaci nezapnutí bezpečnostních pásů (důvodem mělo být jedno z opatření na snížení nákladů). Euro NCAP se o tomto rozhodnutí dozvěděla, a požádala Seat, aby toto rozhodnutí ještě zvažil. Nicméně Euro NCAP neobdržela žádnou odpověď, a proto vydala 25. srpna 2006 tiskové vyjádření, ve kterém informovala zákazníky o plánu Seatu. Reakce veřejnosti byla tak přesvědčující, že management Seatu nakonec zachoval tento systém ve standardní výbavě modelu Leon. Následně automobilka vydala tiskové prohlášení, ve kterém uvedla, že žádný Leon bez systému signalizace nezapnutí bezpečnostních pásů vyroben nebyl. Na žádost Euro NCAP ohledně objasnění této situace se Seat nechal slyšet, že nehodlá tento systém z modelu Leon odstranit.

Předseda Euro NCAP, Claes Tingvall řekl: „*Toto ukazuje, jaký vliv může mít veřejné mínění na výrobce vozů při udržování nejvyšší úrovně bezpečnosti. Jsme rádi, že Seat zareagoval tak, jak zareagoval.*“<sup>3</sup>

Od roku 2009 je pro automobilové výrobce daleko obtížnější získat plné hodnocení bezpečnosti v podobě pěti plných hvězd, protože Euro NCAP zavedla nový systém hodnocení z důvodu existence oblastí, které bylo třeba dle názoru Euro NCAP dále zlepšovat. Konkrétně se například jednalo o bezpečnost chodců, kde zkoušené automobily nedosahovaly adekvátních výsledků. Dále Euro NCAP zavedla hodnocení dalších prvků, jako jsou elektronické asistenční systémy či ochrana krční páteře tzv. Whiplash.

Výrobci automobilů evropských značek se v průběhu let v oblasti bezpečnosti nových vozů velmi zlepšili, a to částečně vlivem právě Euro NCAP a jejich hodnocením. Výsledky testů jsou často zveřejňovány v automobilových časopisech a mnohokrát ovlivnily prodejní výsledky nových vozů. Příkladem je automobil Rover 100 (obr. 31), který prošel zkouškami Euro NCAP v roce 1998 (obr. 26) a v sekci ochrana dospělých získal při hodnocení pouze jednu hvězdu, načež začal mít špatné prodejní výsledky, což vedlo až k ukončení jeho výroby.

---


<sup>3</sup> Převzato z [www.crashtest.cz](http://www.crashtest.cz)

**Obrázek 26: Rover 100**





Zdroj: Převzato z [www.honestjohn.co.uk](http://www.honestjohn.co.uk)

Obrázek 27: Vyhodnocení bezpečnosti Roveru 100




## Rover 100


RATING	SCORE
 ADULT OCCUPANT ★☆☆☆☆	N/A
 PEDESTRIAN ★☆☆☆☆	N/A <small>Pre 2002 rating</small>

[Pictures](#) | [Films](#)


### ■ Adult occupant protection



*Frontal impact driver*



*Frontal impact passenger*



*Side impact driver*

	GOOD
	ADEQUATE
	MARGINAL
	WEAK
	POOR

### ■ Child restraints

<b>18 month old Child</b>	None fitted
<b>3 year old Child</b>	Klippan Superdream, forward facing

### ■ Pedestrian protection

No image car front available

### ■ Safety equipment

Front seatbelt pretensioners	<input type="checkbox"/>
Front seatbelt load limiters	<input type="checkbox"/>
Driver frontal airbag	<input checked="" type="checkbox"/>
Front passenger frontal airbag	<input type="checkbox"/>
Side body airbags	<input type="checkbox"/>
Side head airbags	<input type="checkbox"/>
Driver knee airbag	<input type="checkbox"/>

### ■ Car details

<b>Hand of drive</b>	RHD
<b>Tested model</b>	Rover 111i
<b>Body type</b>	3 door hatchback
<b>Year of publication</b>	1997
<b>Kerb weight</b>	815

Zdroj: Převezato z [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)

45

Za značné změny v celkové bezpečnosti vozidel je zodpovědná právě Euro NCAP. Důkazem toho je, jakým způsobem a jak rychle zdokonalují výrobci bezpečnostní vybavení vozidel, a jaké kroky podnikají proto, aby dobře obstáli v testech Euro NCAP. Švédská národní správa cest CNRA a Poradní komise pro hodnocení bezpečnosti SARAC se zabývají studiem zranění při dopravních nehodách. Tyto organizace zaznamenaly klesající riziko zranění při dopravní nehodě u vozidel, které získaly od Euro NCAP vysoké hodnocení v oblasti pasivní bezpečnosti.

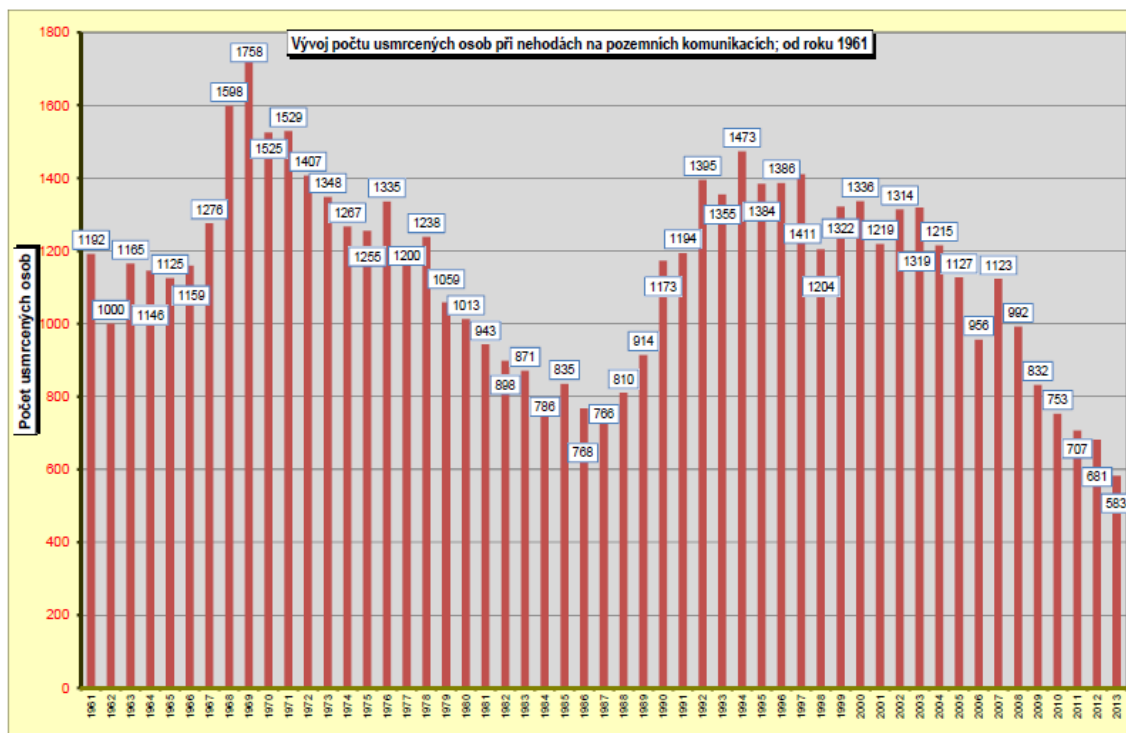
Může se však zdát, že by záměrem výrobců mohlo být jen konstruování vozidel s cílem projít zkouškami Euro NCAP. To však není možné, protože výrobci musí svá vozidla zkonstruovat a otestovat tak, aby vyhověla mnohým jiným bezpečnostním požadavkům podléhajícím legislativě, než ty, které jsou předmětem testování Euro NCAP. I přes to si výrobci kladou za cíl a normu úspěšné absolvování zkoušek, které provádí organizace Euro NCAP. Výrobci se k testování svých automobilů staví pozitivně, protože testy jsou prováděny objektivně prostřednictvím nezávislé odborné organizace a navíc se dá říci, že jim může zajistit odbyt nových vozů, protože jak jsem již zmínil, zákazníka nezajímá jen vzhled a výkon, ale také jakou ochranu mu vozidlo poskytne.

Pro dosažení lepších výsledků z hlediska bezpečnosti jsou nutné konstrukční úpravy. Ovšem Euro NCAP konstrukční úpravy nenavrhuje, pouze vydává zprávy s vyhodnocením, které naznačují oblasti, kde by změna v konstrukci napomohla ke zvýšení bezpečnosti. Pak už záleží jen na výrobcích, jestli na základě těchto výsledků učiní patřičná opatření, protože to jsou právě výrobci, kteří nejlépe znají konstrukce vlastních vozidel a vědí, jak by bylo možné dané úpravy provést.

### 3. Odhad dalšího vývoje

Postupy Euro NCAP se neustále rozvíjejí z důvodu nových vývojových trendů v konstrukci vozidel a jejich bezpečnosti ať už aktivní či pasivní. Všeobecně by měly být vozidla v budoucnu bezpečnější, jak pro pasažéry, tak i pro chodce, neboť výrobci nové automobily stále vylepšují novými prvky bezpečnostního vybavení. Od začátku působení Euro NCAP je zaznamenáno výrazné zlepšení v oblasti bezpečnosti. Z grafu 3 je patrné, že kolem roku 1997, kdy byla organizace Euro NCAP založena, začal například v České republice klesat počet usmrcených při dopravních nehodách.

**Graf 3: Počty usmrcených**



Zdroj: Převzato z [www.policie.cz](http://www.policie.cz)

Z hlediska pasivní bezpečnosti zřejmě půjde o postupné zdokonalování a optimalizaci současných prvků. Co se týče aktivní bezpečnosti, lze předpokládat, že na její prvky budou mít největší vliv požadavky trhu, a proto je možné, že některé systémy nebudou nezbytně nutné pro bezpečnost provozu. S velkou pravděpodobností lze odhadovat celoplošné zavedení systémů ASR (systém regulace prokluzu kol) a ESC, dále se mohou stát naprosto běžnými a žádoucími prvky aktivní bezpečnosti systém adaptivní optiky (ta je současně používána zejména v astronomii pro korekci zobrazovacích chyb,

keré způsobuje atmosféra země) a systém kontroly mrtvého úhlu. V dohledu několika let lze očekávat zavedení systémů pro noční vidění, které současně nejvíce využívá armáda, tyto systémy budou upraveny pro použití v automobilové dopravě a následně postupně zaváděny do provozu. V budoucnu mohou přijít na řadu systémy, které budou mít schopnost nahradit řidiče. Jejich účelem bude komunikace mezi automobily navzájem tak, aby se předešlo nehodám a možnost pro řidiče přenechat řízení na určitou dobu počítači.

Dalším předpokladem je poměrně významný rozvoj v oblasti tzv. integrální bezpečnosti, což jsou systémy umožňující propojení prvků aktivní a pasivní bezpečnosti navzájem. Tyto systémy pak rozeznávají, jestli se vozidlo nachází v nějakém nestabilním stavu s hrozcím nebezpečím dopravní nehody, a v tom okamžiku začnou aktivovat prvky pasivní bezpečnosti s předstihem, což vede k výraznému snížení následků dopravní nehody.

Jelikož se využívá mnoho metod pomocí informačních technologií, mohlo by se zdát, že s postupem času nebude zapotřebí provádět žádné nárazové zkoušky a další testy. To je však velký omyl, protože pro posouzení bezpečnosti jsou nezbytné analýzy reálných dopravních nehod s použitím opravdových vozidel, která mění svůj charakter a jsou závislá na jejich řidiči.

Ing. Petr Kraus (vedoucí oddělení Bezpečnosti vozu, Škoda auto) říká: *“Automobily příštích let sice budou stále bezpečnější, ale dokonalosti se dočkají až poté, co vyspějí ti, kdo je řídí.”*<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Publikováno na [www.ceskatelevize.cz](http://www.ceskatelevize.cz)



## Závěr

V úvodu práce avizuji, že aktivní a pasivní bezpečnost automobilu tvoří nedílnou součást každého vozidla, a je jednou z nejdůležitějších částí při konstruování automobilu a při jeho prodeji. Potenciální spotřebitel již nehledí pouze na vzhled a výkon, ale velkou pozornost věnuje právě prvkům aktivní a pasivní bezpečnosti vozidla. Již od roku 1970 se stává bezpečnost automobilů stále důležitější, a proto dochází k neustálému rozvoji zkušebnictví a vzniku organizací, které se specializují na testování bezpečnosti vozidel. V roce 1997 vznikla nezávislá organizace Euro NCAP, jenž provádí testování nových vozů v Evropě z hlediska aktivní a pasivní bezpečnosti.

Prvky aktivní bezpečnosti, které Euro NCAP hodnotí, jsou prvky, které jsou široce zastoupeny u nových vozů v Evropě, a umožňují varovat řidiče před nehodou nebo dopravní nehodě zabránit. Ovšem jejich funkce nemusí být vždy uspokojující, proto je tyto systémy nutné testovat. Řadí se mezi ně signalizace nezapnutí bezpečnostních pásů, která cíleně řidiče přiměje k použití pásů. Dalším prvkem je elektronická kontrola stability, jejíž cílem je vést vozidlo v požadovaném směru a zabránit jízdní nestabilitě. Omezovač rychlosti je systém, který aktivně kontroluje maximální otáčky a případně omezí rychlost. Dále pak systémy nouzového brzdění, které mají za úkol varovat řidiče před překážkou nebo přímo zabrzdit při nepozornosti řidiče.

Při hodnocení pasivní bezpečnosti se Euro NCAP s využitím crash-testů zaměřuje na chování posádky vozidla během dopravní nehody. Potřebné údaje získává ze zkušebních figurín. Crash-testy jsou navrženy tak, aby odpovídaly nejčastějším dopravním nehodám. Zkoušení je rozděleno do několika skupin (ochrana dospělých, ochrana dětí a ochrana chodců). Při zkoušení ochrany dospělých se používají testy na čelní náraz, boční náraz, boční náraz na sloup a Whiplash krku. K hodnocení bezpečnosti dětí se využívá zkoušky čelním a bočním nárazem a zkoumá se funkčnost dětských zádržných systémů a jejich kompatibilita s automobilem. Hodnocení bezpečnosti chodců je sestaveno na základě zkoušek střetu vozidla s impaktory (napodobeniny částí lidského těla).

Protože jsou výsledky Euro NCAP volně dostupné, tak jednoznačně ovlivňují spotřebitele a tím i výrobce automobilů. Je jasné, že výrobci mají zájem na trhu uspět a pokud hodnocení jejich vozů v oblasti bezpečnosti nebude příznivé, tak budou muset provést konstrukční úpravy. Jak už jsem zmínil, výsledky Euro NCAP mohou mít za následek až ukončení výroby některého modelu. Toho jsou si výrobci dobře vědomi a ochotně s organizací Euro NCAP spolupracují a kladou si za cíl v jejich testech uspět.

Postupem času stále přicházejí nové vývojové technologie, z tohoto důvodu musí i Euro NCAP své postupy neustále rozvíjet. Největší inovace lze očekávat v oblasti aktivní bezpečnosti, kde se využívá zejména informačních technologií, jejichž vývoj je velmi rychlý.

Nejdůležitějším prvkem bezpečnosti je však sám člověk, dodržováním pravidel silničního provozu by výrazně snížilo počty dopravních nehod. Je zřejmé, že za dobu působení Euro NCAP ubylo smrtelných dopravních nehod. Je jasné, že vzniknou situace, za které řidič nenese zodpovědnost, ale právě pro tyto účely jsou na místě prvky aktivní a pasivní bezpečnosti. Neukáznění řidiči by si měli uvědomit, že i ta nejmodernější bezpečnostní zařízení nejsou důvodem pro porušování pravidel silničního provozu, protože tyto prvky nikdy nezaručí 100% ochranu.

## Seznam použitých zdrojů

### Tištěné zdroje:

1. FIRST, Jiří a kol. Zkoušení automobilů a motocyklů: Příručka pro konstruktéry. Praha: S&T CZ, s.r.o., 2008. ISBN 978-80-254-1805-5.

### Elektronické zdroje:

1. Euro NCAP: For safer cars crash test safety rating [online].[cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://euroncap.com/home.aspx>
2. Vysoké učení technické v Brně [online].[cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.vutbr.cz/>
3. Policie České republiky [online].[cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/>
4. CRASHTTEST [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://crashtest.cz/>
5. Magazín pro muže [online].[cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.pro-muze.com/>
6. Meteorologie, bezpečnost a ITS v dopravě: Aktivní a pasivní bezpečnost. In: Modernizované předměty [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://oppsmad.tf.czu.cz/?q=mbits>
7. Autoweb [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.autoweb.cz/>

## Seznam grafů, obrázků a tabulek

Graf 1: Příčiny dopravních nehod.....	37
Graf 2 : Vliv crash-testů.....	41
Graf 3: Počty usmrcených.....	47
Obrázek 1: Zkouška čelním nárazem.....	15
Obrázek 2: Grafické vyhodnocení zkoušky čelním nárazem .....	17
Obrázek 3: Zkouška bočním nárazem .....	18
Obrázek 4: Grafické vyhodnocení zkoušky bočním nárazem .....	18
Obrázek 5: Zkouška bočního nárazu na sloup .....	20
Obrázek 6: Whiplash - Špatně nastavené sedadlo .....	22
Obrázek 7: Správně nastavené sedadlo.....	22
Obrázek 8: Příklad grafického vyhodnocení Whiplash podle Euro NCAP.....	22
Obrázek 9: Dětská sedačka do 13 kg.....	24
Obrázek 10: Dětská sedačka do 18 kg.....	25
Obrázek 11: Dětská sedačka od 9 do 18 kg.....	25
Obrázek 12: Dětská sedačka od 15 kg a více.....	25
Obrázek 13: Úchyty ISOFIX .....	26
Obrázek 14: Možnost vypnutí předního airbagu .....	26
Obrázek 15: Zasažení bérců.....	28
Obrázek 16: Zasažení kyčlí.....	28
Obrázek 17: Zasažení hlavy.....	28
Obrázek 18: Grafické vyhodnocení bezpečnosti chodců.....	29
Obrázek 19: Figuríny Hybrid III a Euro Sid 2.....	30
Tabulka 1: Kritéria zkoušky čelním nárazem .....	17
Tabulka 2: Kritéria zkoušky bočním nárazem .....	19
Tabulka 3: Kritéria bezpečnosti chodců .....	29
Tabulka 4: Parametry figuríny Hybrid III.....	31
Tabulka 5: Technické vybavení figuríny Hybrid III.....	32
Tabulka 6: Parametry figuríny Euro-Sid 2 .....	34
Tabulka 7: Technické vybavení figuríny Euro-Sid 2.....	34