



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

# ASISTENČNÍ SYSTÉMY V AUTOMOBILECH A JEJICH HODNOCENÍ PODLE SMĚRNIC EURO NCAP

VEHICLE SAFETY ASSIST SYSTEMS AND THEIR ASSESSMENT UNDER EURO NCAP  
DIRECTIVES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ÁKOS SZABÓ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETER RAFFAI

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2013/2014

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Ákos Szabó

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

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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

### **Asistenční systémy v automobilech a jejich hodnocení podle směrnic Euro NCAP**

v anglickém jazyce:

### **Vehicle Safety Assist Systems and Their Assessment under Euro NCAP Directives**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Proveďte rešerši asistenčních systémů osobních vozidel a způsoby jejich hodnocení podle směrnic organizace Euro NCAP.

Cíle bakalářské práce:

1. přehled použitých asistenčních systémů v osobních automobilech
2. popis hodnocení asistenčních systémů podle platných směrnic Euro NCAP
3. detailní popis funkce vybraných asistenčních systémů
4. současné nedostatky asistenčních systémů
5. úvaha o budoucích trendech vývoje
6. vlastní závěr a shrnutí práce

Seznam odborné literatury:

- [1] Euro NCAP [online]. ©2012 [cit. 2012-10-22]. Dostupné z: [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)
- [2] VLK, František. Automobilová elektronika 1: Asistenční a informační systémy. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006, vi, 269 s. ISBN 80-239-6462-3.
- [3] VLK, František. Automobilová elektronika 2: Systémy řízení podvozku a komfortní systémy. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006, vi, 308 s. ISBN 80-239-7062-3.
- [4] BLAŽEK, J. Pokročilé asistenční systémy řidiče. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 48 s.
- [5] ZOUHAR, J. Asistenční elektronické systémy řízení vozidel. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2007.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Peter Raffai

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 19.11.2013

L.S.

---

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty



## ABSTRAKT

Cieľom bakalárskej práce bol vytvoriť prehľad o súčasných asistenčných systémoch automobilov a preukázať ich vplyv na bezpečnosť cestnej premávky. V prvej časti boli systémy kategorizované podľa ich charakteristiky a funkčnosti. Ďalej bol vytvorený prieskum o vývoji nehodovosti a boli demonštrované najčastejšie príčiny dopravných nehôd. V druhej časti bol rozobraný princíp fungovania brzdových asistenčných systémov a systém automatického núdzového brzdenia. V poslednej časti tejto práce boli predovšetkým vysvetlené hodnotenia podľa smerníc Euro NCAP, kde pozornosť sa zameriavala na hodnotenie skúšok súčasných asistenčných systémov.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Asistenčné systémy automobilov, vývoj nehodovosti, brzdový asistenčný systém, automatické núdzové brzdenie, Euro NCAP

## ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis was to create overview about vehicle safety assist systems and to show their impact of road traffic safety. In the first part of this thesis systems were categorized by their function and characteristic. After that there were created a survey about accident rate and there were shown the most common causes in road accidents. In the second part was discussed principle how brake assist systems and automatic emergency braking work. In the last section was explained assessment under Euro NCAP directives, where the attention was focused on assessment of the experiments of safety assist.

## KEYWORDS

Vehicle safety assist, accident rate, brake assist system, automatic emergency braking, Euro NCAP



## BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

SZABÓ, Á. *Asistenční systémy v automobilech a jejich hodnocení podle směrnic Euro NCAP*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 35s. Vedoucí diplomové práce Ing. Peter Raffai.



## ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Čestne prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracoval samostatne pod vedením Ing. Petra Raffaiho s použitím literatúry uvedených v zozname.

V Brne dna 30. mája 2014

.....

Ákos Szabó



## POĎAKOVANIE

Ďakujem vedúcemu bakalárske práce Ing. Petrovi Raffaiovi za účinnú metodickú, pedagogickú a odbornú pomoc a za ďalšie cenné rady pri vypracovaní mojej bakalárskej práce.



## OBSAH

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Úvod .....                                                                              | 10 |
| 1 Asistenčné systémy v automobiloch .....                                               | 11 |
| 1.1 Asistenčné systémy podporujúci vozidlo .....                                        | 11 |
| 1.2 Asistenční systémy podporujúci vodiča .....                                         | 12 |
| 1.2.1 Asistenčné systémy vodiča, ktoré regulujú pozdĺžny pohyb vozidla .....            | 13 |
| 1.2.2 Asistenčné systémy, ktoré regulujú priečny pohyb vozidla .....                    | 13 |
| 2 Vplyv asistenčných systémov .....                                                     | 14 |
| 2.1 Bezpečnosť automobilov .....                                                        | 14 |
| 2.1.1 Aktívna bezpečnosť .....                                                          | 14 |
| 2.1.2 Pasívna bezpečnosť .....                                                          | 14 |
| 2.1.3 Zaradenie systémov podľa ich funkčnosti .....                                     | 15 |
| 2.2 štatistika dopravných nehôd .....                                                   | 15 |
| 3 Brzdové asistenčné systémy .....                                                      | 19 |
| 3.1 Brzdový asistenčný systém (BAS) .....                                               | 19 |
| 3.1.1 Funkcia brzdového asistenta .....                                                 | 20 |
| 3.1.2 Elektronický brzdový asistent .....                                               | 21 |
| 3.1.3 Mechanický brzdový asistent .....                                                 | 21 |
| 3.1.4 Brzdový asistent „Dual Rate“ .....                                                | 22 |
| 3.1.5 Aktívny posilňovač brzdneho účinku .....                                          | 23 |
| 3.2 Automatické núdzové brzdenie (AEB) .....                                            | 25 |
| 3.2.1 Snímače potrebné pre AEB systémy .....                                            | 25 |
| 3.2.1.1 Radarový snímač .....                                                           | 25 |
| 3.2.1.2 Laserový snímač .....                                                           | 26 |
| 3.2.1.3 Kamerové snímače .....                                                          | 26 |
| 3.2.2 Princíp fungovania systémov AEB .....                                             | 26 |
| 3.2.3 Výzvy v budúcnosti pri vývoji automatického núdzového brzdenia (AEB) .....        | 29 |
| 3.2.3.1 Návrhy riešenia nedostatkov brzdových asistenčných systémov .....               | 29 |
| 3.2.3.2 Continental MK C1 .....                                                         | 29 |
| 3.2.3.3 Boschi Booster .....                                                            | 30 |
| 4 Hodnotenie asistenčných systémov automobilov .....                                    | 31 |
| 4.1 Euro NCAP .....                                                                     | 31 |
| 4.2 Hodnotenie bezpečnostných systémov (Safety assist) .....                            | 32 |
| 4.2.1 Hodnotenie Inteligentného upozornenia na zapnutie bezpečnostných pásov /SBR ..... | 34 |
| 4.2.2 Hodnotenie Elektronického stabilizácie jazdy ESC/ESP .....                        | 35 |



|                                            |                                                       |    |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----|
| 4.2.3                                      | Hodnotenie Podpory jazdy v jazdnom pruhu (LSS).....   | 36 |
| 4.2.4                                      | Hodnotenie Autonómneho núdzového brzdienia (AEB)..... | 37 |
| 4.2.5                                      | Hodnotenie Asistenčných systémov rýchlosti (SAS)..... | 39 |
| 4.3                                        | EURO NCAP Advanced.....                               | 40 |
| Záver.....                                 |                                                       | 41 |
| Zoznam použitých skratiek a symbolov ..... |                                                       | 44 |



## ÚVOD

Ročne sa dostane viac a viac vozidiel na trh, rôznych typov a veľkosti a hlavne rôznou úrovňou výbavy. V dnešnej dobe bezpečnosť automobilov sa čoraz viac dostane do stredu pozornosti. Zákazníci už hľadajú nielen lacné, ale súčasne aj bezpečné autá.

Asistenčné systémy majú svoje poslanie; niektoré si zvyšujú komfort a zas niektoré slúžia na zvýšenie bezpečnosti cestujúcich a ostatných účastníkov cestnej premávky. Preto medzi nimi existujú také, ktorých činnosť je oveľa podstatnejšia. Vývoj týchto systémov môžeme považovať za viac dôležitejším.

Vývoj asistenčných systémov sa uskutočňuje predovšetkým na základe najčastejších príčin dopravných nehôd a len v druhoradnej na základe komfortu vodiča a spolucestujúcich.

Nakoľko systémy v mnohých prípadoch sú testované len automobilnými firmami, potreba existencie nezávislých organizácií ako je Euro NCAP je podstatná, aby funkčnosť týchto systémov bola nezávisle overená, negenerovali len zbytočné ďalšie výdavky, ale naozaj boli schopní predísť nebezpečným situáciám. Organizácie ako Euro Ncap chcú súčasne dosiahnuť aj to, aby na cestách jazdilo viac bezpečnejších vozidiel, respektíve autá s najmodernejšími asistenčnými systémami.



# 1 ASISTENČNÉ SYSTÉMY V AUTOMOBILOCH

V poslednej dobe, v určitých situáciách, rada asistenčných systémov vodiča (Driver Assistance Systems-DAS) zaisťuje bezpečnú jazdu. Výskumy ukazujú, že s nárastom hustoty premávky a stále výkonnejšími autami na ceste, rastie aj šanca dopravných nehôd, čoho hlavnou príčinou je človek. Preto potreba automatizácie činnosti vodiča časom rastie. V dôsledku toho vznikajú čoraz lepšie, účinnejšie asistenčné systémy, ktoré sú schopné znižovať vplyv vodiča, ktorý sa stresuje, unaví sa, a týmto sa zvyšuje pravdepodobnosť chybnnej reakcie, prípadne sa zvyšuje aj reakčný čas. Medzi asistenčné systémy patria elektronické stabilizačné systémy (známe ako ESP) a takzvané skutočné asistenčné systémy vodiča. Napríklad jazdného pruhu, dopravnej značky na základe videozáznamu, samo parkovacie systémy a ďalší [1] [2].

Asistenčné systémy v motorových vozidlách je možné rozdeliť do dvoch skupín:

- Asistenčné systémy pre bezpečnú jazdu;
- Asistenčné systémy ktorý podporujú vodiča

## 1.1 ASISTENČNÉ SYSTÉMY PODPORUJÚCI VOZIDLO

Tieto systémy, pokiaľ je nutné pôsobia priamo, bez vplyvu vodiča a pôsobia tak, že často vodič si ani nevšimne a účinky považuje za normálne. Asistenčné systémy podporujúce vozidlo pracujú rýchlo a presne, preto sú riadené mikropočítačmi. Medzi týmito systémy patria [1]:

- ABS (protiblokovací systém)
- ASR (protipreklzový systém)
- ESP (elektronické stabilizácie jazdy)
- BA (brzdový asistent)
- ABN/AEB (núdzový brzdový asistent)



## 1.2 ASISTENČNÍ SYSTÉMY PODPORUJÚCI VODIČA

Napriek systémom, ktoré podporujú vodiča priamo, asistenčné systémy podporujúce vodiča pôsobia nepriamo, respektíve informujú, upozorňujú vodiča pred nebezpečnými situáciami. Zodpovednosť stále nesie vodič, pretože tieto systémy nemajú kontrolu nad vozidlom a dokonca väčšinou môžu byť aj odpojené. Takýmito systémami sú:

- Adaptívna kontrola vzdialenosti ACC
- Asistent udržania vozidla v jazdnom pruhu LKA/LDW
- Inteligentné upozornenie na zapnutie bezpečnostných pásov SBR
- Systém bezpečného uchytenia pedálov PRS
- Aktívny ochranný systém proti prevráteniu vozidla
- Asistenčné systémy obmedzovania rýchlosti ISA/SLA
- Systém núdzového volania eCall

Nakoľko funkcia jednotlivých asistenčných systémov je odlišná, môžeme ich rôzne kategorizovať. Asistenčné systémy môžeme rozdeliť do troch skupín, podľa zásahu riadenia vozidla:

- Stabilizácia – do tejto skupiny patria protišmykové a stabilizačné systémy
- Riadenie – patria sem systémy, ktoré zasahujú do činnosti vodiča pri rutinných manévroch jazdy.
- Navigácia - systémy tejto skupiny majú za hlavnú úlohu do viesť cestujúcich do zvoleného cieľa a to bezpečne a pohodlne.

Dostaneme štyri skupiny ak systémy rozlišujeme podľa stupňa automatizácie [2]:

- Servosystémy – optimalizujú a uľahčujú činnosť vodiča
- Automaticky konajúce systémy - sú riadené vodičom a asistujú podľa jeho pokynov
- Automaticky intervenujúce systémy – nemusia byť vodičom riadené, väčšinou zasahujú do riadenia, aby kompenzovali nedostatočnosť vodiča.
- Informujúce systémy – ktoré poskytujú dodatočné informácie vodičovi.



### **1.2.1 ASISTENČNÉ SYSTÉMY VODIČA, KTORÉ REGULUJÚ POZDĹŽNY POHYB VOZIDLA**

- Stop & Go
- Tempomat
- Distančný radar ACC
- Regulácia rýchlosti jazdy CC
- Adaptívny tempomat ACC

### **1.2.2 ASISTENČNÉ SYSTÉMY, KTORÉ REGULUJÚ PRIEČNY POHYB VOZIDLA**

- Systém varovania pred vybočením z jazdného pruhu LDW
- Podpora pri zmene jazdného pruhu LCA
- Parkovací systém



## 2 VPLYV ASISTENČNÝCH SYSTÉMOV

### 2.1 BEZPEČNOSŤ AUTOMOBILOV

V dnešnej dobe je celospoločenská problematika bezpečnosť cestnej premávky, čo je výrazne ovplyvnená nie len vodičom, ale aj dopravným prostriedkom, v našom prípade motorovým vozidlom, respektíve automobilom.

Samozrejme sledovanie chovania vodiča je veľmi nutné, pretože riadenie vozidla pozostáva z 90 percent informácií získaných prostredníctvom zraku vodiča, avšak dopravný prostriedok, ktorý pôsobí emocionálne a má výrazný vplyv na osobnostné rysy vodiča, ktoré sa prejavujú v jeho správaní sa pri určitých dopravných situáciách [14].

Vzťah automobil - človek môžeme sledovať ako konštruktér - automobil a ako vodič - automobil.

V poslednej dobe konštruktéri pracujú na tom, aby v predaných autách sa vyskytovalo viac a viac účinných konštrukčných systémov, teda bezpečnostných systémov, ktoré znižujú pravdepodobnosť vzniku dopravných nehôd a pokiaľ dopravná nehoda je neodvratná, minimalizovali vážnosť následkov, respektíve obmedzili počet zranených, mŕtvych a škody na majetku.

Tieto prvky môžeme triediť do dvoch skupín

- Prvky aktívnej bezpečnosti
- Prvky pasívnej bezpečnosti

#### 2.1.1 AKTÍVNA BEZPEČNOSŤ

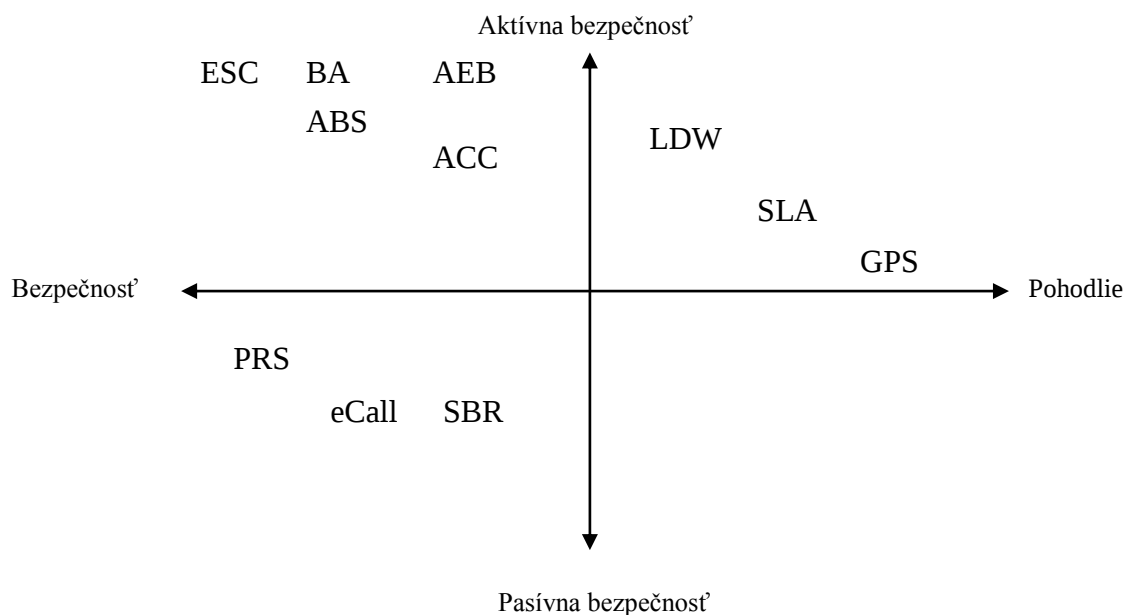
Pod pojmom aktívnej bezpečnosti rozumieme asistenčné systémy, respektíve prvky ktoré svojím pôsobením znižujú pravdepodobnosť vzniku nehody. Do tejto skupiny patria systémy ako ABS, ESP, systém nočného videnia a ďalší [4].

#### 2.1.2 PASÍVNA BEZPEČNOSŤ

Do skupiny pasívnej bezpečnosti patria systémy, ktoré zmierňujú následky dopravných nehôd, takže ich podstata sa prejavuje počas a po náraze. Do tejto skupiny patria systémy ako FPS (Fire Protection System Safety), ktorý prerušuje dodávku elektriny a paliva v prípade nehody, eCall a ďalší [11] [4].



### 2.1.3 ZARADENIE SYSTÉMOV PODĽA ICH FUNKČNOSTI



Obr. 1 Zaradenie systémov podľa ich funkčnosti

## 2.2 ŠTATISTIKA DOPRAVNÝCH NEHÔD

Vývoj asistenčných systémov napreduje rýchlym tempom, viac-menej dopravné nehody s poranením sú, a bohužiaľ aj budú, avšak zo štatistických údajov vieme predpokladať ich vplyv na bezpečnosť cestnej premávky a z následkov nehôd vieme si zistiť najčastejšie nedostatky, ktoré viedli k dopravnej nehode. (porovnať môžeme od roku 2009, kedy došlo k zvýšeniu finančného limitu, keď je nutné hlásiť dopravnú nehodu Polícii ČR.).

Tab. 1 Počet dopravných nehôd[19]

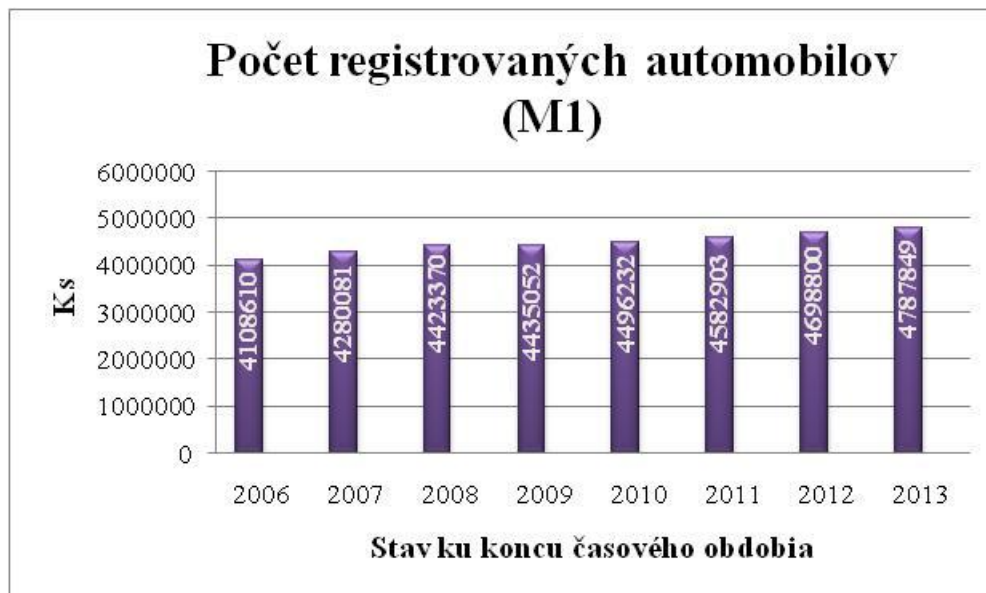
| Dopravné nehody (autonehoda) |                        |                               |                            |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Rok                          | Počet dopravných nehôd | Prepočet na 1 mil. obyvateľov | Relatívne (voči roku 2009) |
| 2009                         | ↑ 44176                | 4189                          | 0 %                        |
| 2010                         | ↓ 42940                | 4147                          | -2,8 %                     |
| 2011                         | ↓ 42468                | 4049                          | -3,9 %                     |
| 2012                         | ↑ 45171                | 4325                          | 2,3 %                      |
| 2013                         | ↑ 45966                | 4372                          | 4 %                        |
| Priemer                      | ↑ 44144                | 4216                          | 0,1 %                      |



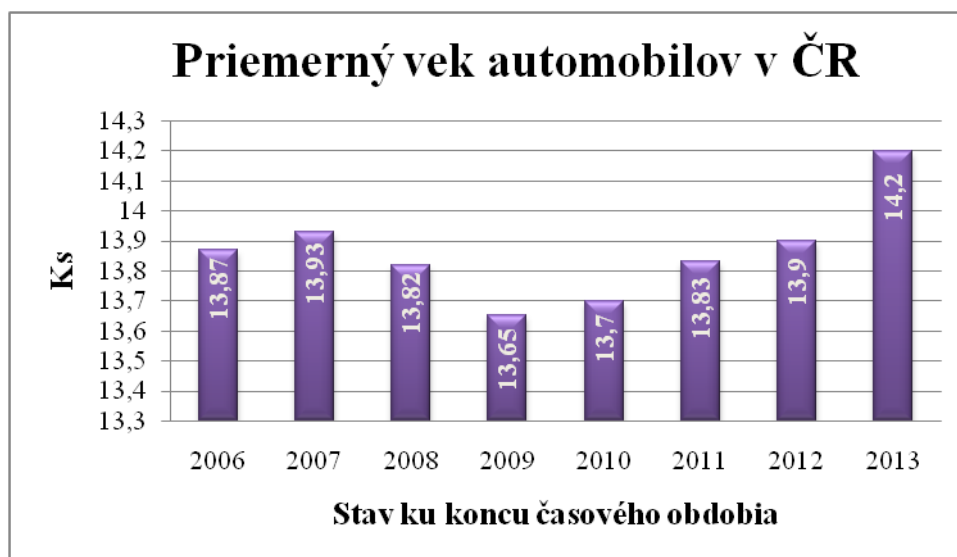
Tab. 2 Vývoj usmrtených osôb pri autonehode[19]

| Vývoj usmrtených osôb (autonehoda) |                       |                               |                                  |
|------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Rok                                | Počet usmrtených osôb | Prepočet na 1 mil. obyvateľov | Relatívny počet (voči roku 2009) |
| 2009                               | ↓ 559                 | 53                            | 0 %                              |
| 2010                               | ↓ 497                 | 48                            | -11 %                            |
| 2011                               | ↓ 493                 | 47                            | -12 %                            |
| 2012                               | ↓ 470                 | 45                            | -16 %                            |
| 2013                               | ↓ 389                 | 37                            | -30 %                            |
| Priemer                            | ↓ 482                 | 68                            | -14 %                            |

Samozrejme z vývoja dopravnej nehodovosti prakticky sa nedajú vyvodit' dôsledky, avšak pokiaľ si pozrieme počet áut zavedených v ČR a ich priemerný vek, tak si zistíme, že priemerný vek automobilov ročne stúpa menej ako 1, čo znamená že vozový park sa omladzuje:



Obr. 2 Počet registrovaných automobilov typu M1[19]



Obr. 3 Priemerný vek automobilov v ČR[19]

Z údajov vyplýva, že počet osobných automobilových dopravných nehôd sa od roku 2009 zvýšilo približne o 4% a počet usmrtených osôb kleslo až o 30%, pričom počet registrovaných osobných automobilov sa zvýšilo rok po roku. V podstate z týchto hodnôt sa dá predpokladať, že na cestách budú jazdiť rok po roku mladšie automobily. Samozrejme mladšie automobily sú vybavené s väčšou pravdepodobnosťou modernejšími systémami. Na obr. 3 je vidieť, že najväčší rozdiel je 0,3 medzi rokom 2012 a 2013, čo znamená že priemerný vek stúpalo o 0,7 rokov, pokiaľ toto stúpanie zostane, tak pomaly na cestách budú jazdiť autá čoraz s modernejšími systémami.



Vývoj bezpečnostných systémov je ovplyvnený najčastejšími príčinami dopravných nehôd:

Samozrejme percentuálny rozptyl rok po roku sa mierne zmení, avšak nasledujúce príčiny každý rok sa vyskytnú[17].

*Tab.3 Najčastejšie príčiny dopravných nehôd.[19]*

| Poradie | Najčastejšie príčiny dopravných nehôd          | Rozptyl nehôd |
|---------|------------------------------------------------|---------------|
| 1.      | Vodič sa nevenoval úplne riadeniu vozidla      | 20-25 %       |
| 2.      | Neprispôsobenie rýchlosti stavu vozovky        | 15-20%        |
| 3.      | Iný druh nesprávneho riadenia vozidla          | 10-15%        |
| 4.      | Nedodržanie bezpečnej vzdialenosti za vozidlom | 8-14%         |
| 5.      | Nesprávne otáčanie a cúvanie                   | 7-13%         |
| 6.      | Neprispôsobenie rýchlosti k stavu vozovky      | 5-10%         |
| 7.      | Nezvládnutie riadenia vozidla                  | 5-10%         |
| 8.      | Ignorovanie dopravnej značky Daj Prednosť      | 3-8%          |
| 9.      | Jazda na nesprávnej strane vozovky (protismer) | 3-5%          |
| 10.     | Vyhýbanie bez dostatočnej bočnej medzery       | 3-5%          |



### 3 BRZDOVÉ ASISTENČNÉ SYSTÉMY

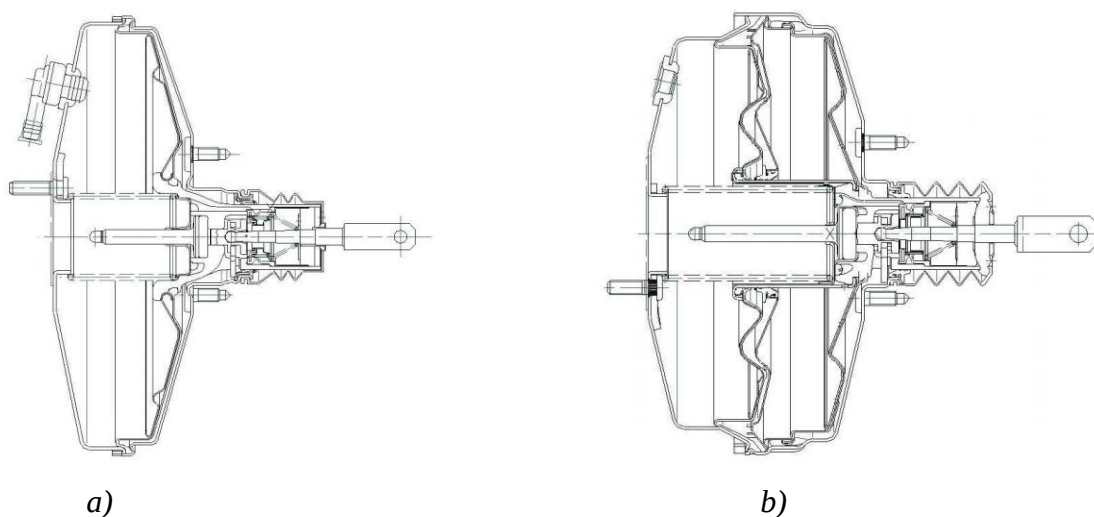
Pokiaľ sledujeme najčastejšie príčiny dopravných nehôd tak vidíme, že najčastejšou príčinou je nevenovanie pozornosti riadeniu vozidla, patrí sem aj nedodržovanie bezpečnostnej vzdialenosti t.j. nesprávne riadenia vozidla. Môžeme konštatovať, že tieto príčiny tvoria okolo 50% percent z celkového počtu dopravných nehôd. Samozrejme, vývoj asistenčných systémov je hlboko ovplyvnený štatistickými prieskumami. Systémy ako ABS a ESP už relatívne dávno existujú a podporujú aktívnu bezpečnosť vozidla, ich funkcia sa mierne zmenila, avšak hlavný princíp, na ktorom je založená ich funkčnosť sa nezmenil. V dnešnej dobe do stredu pozornosti sa dostanú hlavne brzdomé asistenčné systémy, ako je aj AEB (AutomaticEmergencyBraking) systém automatického núdzového brzdenia.

### 3.1 BRZDOVÝ ASISTENČNÝ SYSTÉM (BAS)

Brzdový asistenčný systém (BAS) má za hlavnú úlohu rozpoznať situáciu, keď vodič núdzovo brzdí t.j. dôjde ku zvýšeniu brzdného tlaku. Niektorí vodiči, hlavne menej skúsený šliapnu na pedál buď rýchlo ale slabo, alebo pomaly s veľkou silou. Brzdový asistent práve funguje v týchto situáciách, pretože správne brzdenie sa koná rýchlo a s veľkou silou.

V dnešnej dobe existujú tri základné typy princípu fungovania asistenčných systémov ktorý sa len mierne líšia, len v snímaní veličín, ktoré sú potrebné pre činnosť. Existujú brzdo­vý asistenti ktorý fungujú na: elektronickom, hydraulickom a mechanickom princípe.

Evidentne brzdoý asistenčný systém je vlastne posilňovač brzdeý sily, ktorý využíva dva typy posilňovačov, ktorý pracujú na vákuovom princípe [2]:



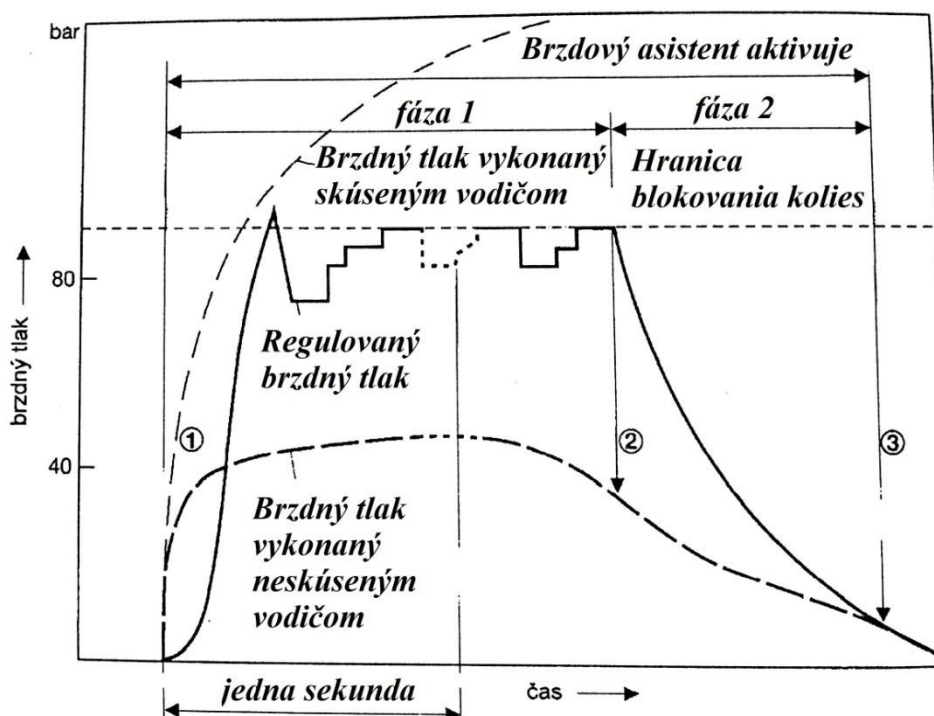
Obr. 4 Schéma a) jednostupňového a b) dvojstupňového posilňovača brzdennej sily [8]



### 3.1.1 FUNKCIA BRZDOVÉHO ASISTENTA

Dôležitá časť brzdového asistenta je snímanie požiadaviek vodiča a získané hodnoty spracovať pomocou riadiacej jednotky. To znamená rozoznať situácie, začiatok núdzového brzdovania a samozrejme identifikovať aj koniec, aby sa dostal brzdný tlak na normálnu hodnotu.

Keď vodič šliapne na brzdový pedál, rozpozná riadiaca jednotka brzdnú požiadavku vodiča v prípade núdzového brzdovania tým, že tieto okolnosti sníma signálom tlaku, ktorý popisuje priebeh tlaku v brzdovom valci. Snímač je umiestnený v hlavnom brzdovom valci. Pokiaľ meraný tlak je väčší než zadaná prahová hodnota a zmena tlaku je väčšia než hodnota „1“, tak sa aktivuje brzdový asistent. (Obr. 5, fáza 1). Hneď po aktivácii vytvorí sa brzdný tlak na každom kolese až k hranicu blokovania. Brzdný tlak bude regulovaný systémom ESP.



Obr. 5 Brzdne vlastnosti pri núdzovom brzdeniu: 1-aktivuje sa brzdový asistent, 2-odláhčenie brzdového pedálu, 3-brzdový asistent vypína [2]

Pokiaľ prekročí brzdý tlak medzi blokovaniu, tak regulátor ABS preberá situáciu a reguluje sklz kolies a brzdá sila sa optimálne využíva.

Pokiaľ meraný tlak je menší než hodnota „2“ (keď dôjde k uvoľneniu brzdového pedálu), tak systém rozpozná požiadavku vodiča a zmenší brzdú silu, a mení sa stratégia regulácie. Cieľom je už riadenie podľa zameraného tlaku a takto umožniť komfortný prechod na štandardné brzdzenie. Brzdový asistent sa vypína hneď ako zvýšený brzdý tlak dosiahne zadnú hodnotu „3“. Vodič môže ďalej brzdiť bez prídavnej podpory [1] [2].



### 3.1.2 ELEKTRONICKÝ BRZDOVÝ ASISTENT

Ak vodič šliapne na pedál rýchlo ale malou silou, tak samozrejme v normálnom prípade predlžuje brzдовú dráhu, avšak elektronický brzдовý asistent sníma odpor potenciometru, ktorý sa mení vplyvom pohybu membrány alebo brzдовého pedálu. Riadiaca jednotka porovnáva získané hodnoty s prednastavenými hodnotami a v momente, keď dôjde k núdzovému brzdeniu (rýchle šliapnutie na pedál) tak systém zapne elektromagnet, ktorý ovláda zavzdušňovací ventil pracovnej komory posilňovača brzdney sily, vytvorí sa zosilnená sila a dôjde k plnému brzdeniu (núdzové brzdenie). Elektronicky pracujúci brzдовý asistent je napr. aktívny posilňovač brzdney sily (Obr. 10) [3] [1].

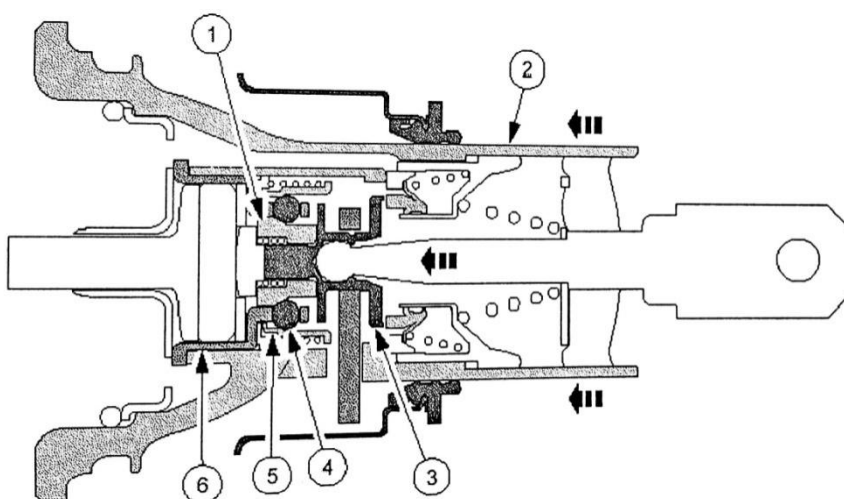
### 3.1.3 MECHANICKÝ BRZDOVÝ ASISTENT

Brzдовý asistent pracujúci mechanicky je súčasťou posilňovača brzdného účinku. Zasahuje do riadenia vozidla pokiaľ dôjde k prekročeniu vopred nastavenej hodnoty, ktorá je určená zvlášť pre každý model auta na základe charakteristiky brzдовého systému.

Mechanický brzдовý asistent využíva fakt, že pri brzdení ventilový piest sa zrýchľuje vzhľadom k skriní, respektíve vznikne dráha piestu, ktorá môže byť krátka i dlhá (závisí od typu brzdenia)[1].

V normálnej brzdovej situácii dráha zostáva relatívna tak malá, dopredu stanovená dráha nie je prekročená, blokovacia objímka je udržiavaná v začiatkovej polohe pomocou pružiny. Klietka guľičiek zostáva axiálne a guľička radiálne pohyblivá [2].

Pokiaľ dôjde k núdzovému brzdeniu, tak relatívna dráha bude dlhšia, guľičky sa dostanú von z objímky, a blokovacia objímka sa môže pohybovať až do konečnej polohy. Potom guľičky budú zablokované a objímka guľičiek sa ďalej pohybovať nemôže v smere uzavretia talírového ventilu. Brzdový tlak rastie až na hranicu blokovania, pedál sa už môže pohybovať ľahko až ku koncovej polohe. Po uvoľnení brzдовého pedálu ventilový piest spolu s riadiacou skriňou a blokovacou objímkou dostanú do začiatkovej polohy, guľičky sa môžu radiálne a klietka guľičiek axiálne pohybovať [2].



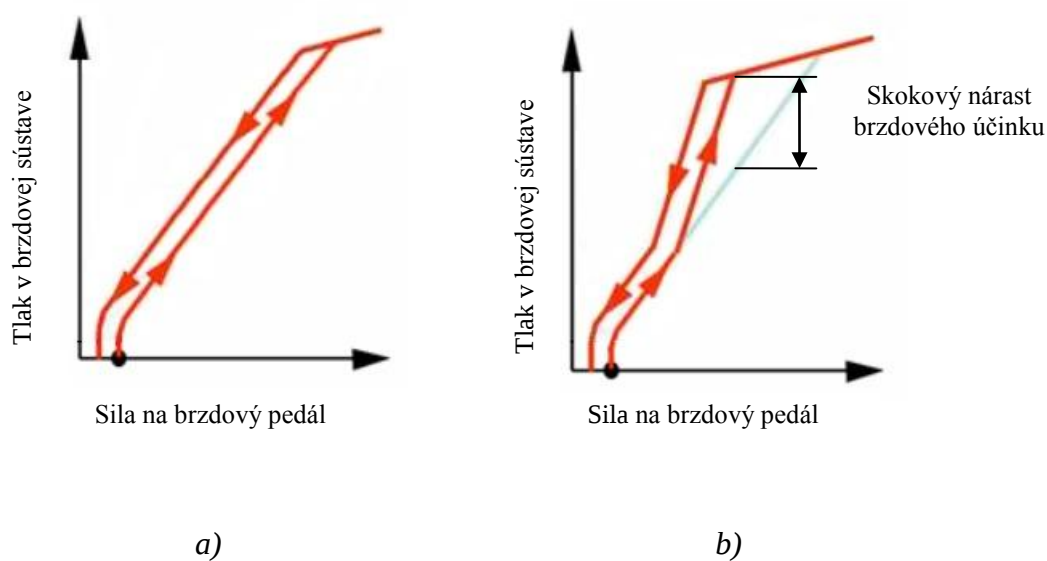
Obr. 6 Schéma mechanického brzдовého asistenta: 1-objímka s guľičkami, 2 – riadiaca skriňa (teleso posilňovača), 3-ventilový piest, 4-guľičky, 5-blokovacia objímka, 6- klietka guľičiek [2]



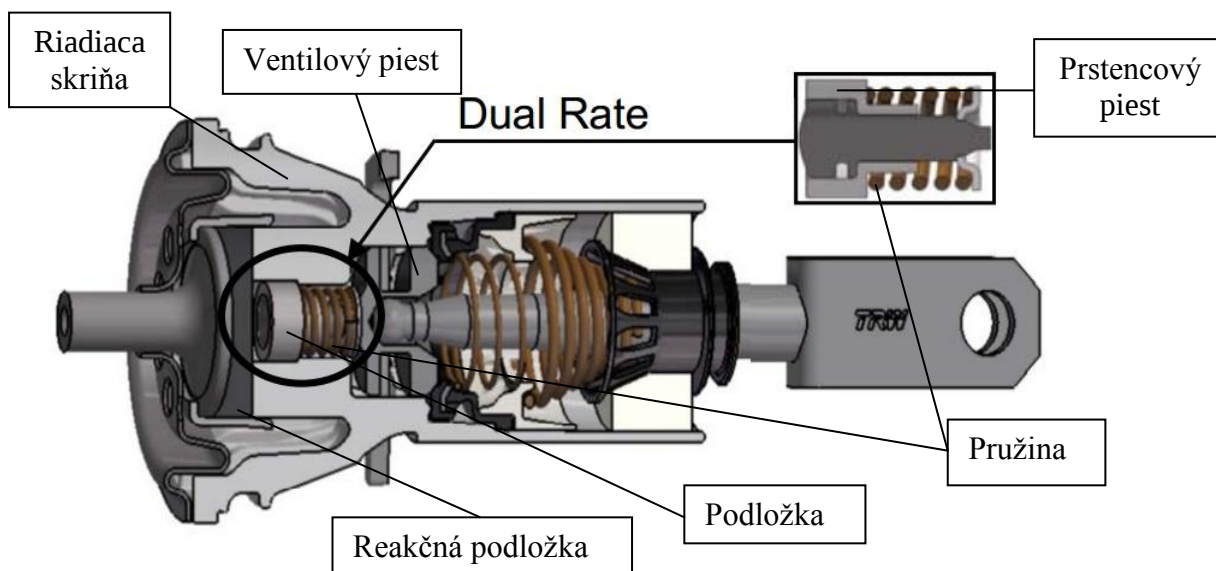
### 3.1.4 BRZDOVÝ ASISTENT „DUAL RATE“

Brzdový asistent „Dual Rate“ je dvojstupňový posilňovač brzdnej sily. Je to vlastne mechanický brzdový asistent, ktorý sa líši od konvencionálnych posilňovačov, s tým že pri intenzívnejšom brzdení (nad 40 bar) systém rýchlejšie zabezpečí maximálny brzdny tlak, respektíve maximálnu účinnosť brzdy [15] [1].

Prepnutie z nižšieho na vyšší faktor posilnenia spôsobuje prídavná predopnutá pružina a prstencový piest. Pri nižšom posilnení sila na brzdový pedál je odovzdaná cez pružinu na reakčnú podložku, a keď sa dosiahne dopredu stanovená sila, tak sa pružina uvoľňuje a prstencový piest sa opiera o riadiacu skriňu [1].



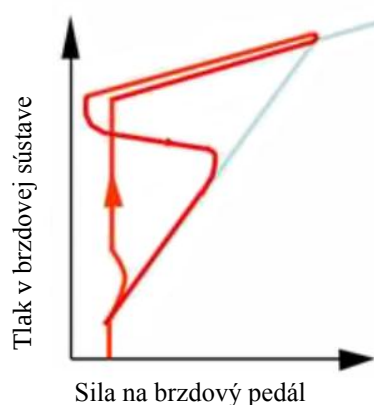
Obr. 7 Pribeh tlakov v brzdnej sústave a) mechanický brzdový asistent b) brzdový asistent „Dual Rate“ [8]



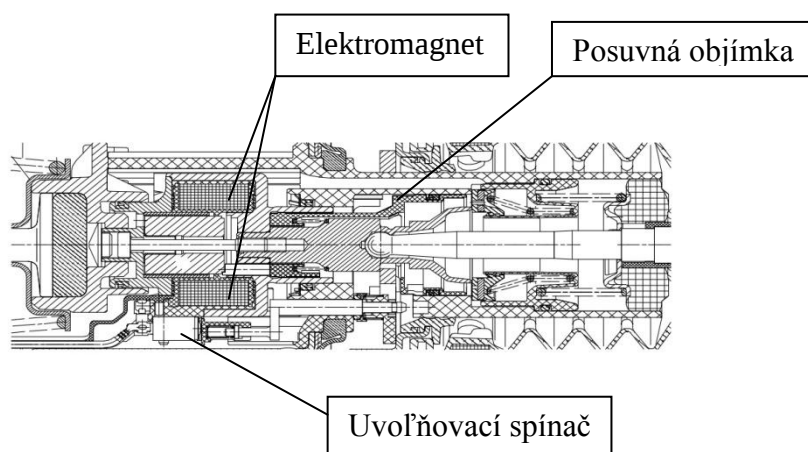
Obr. 8 Detaily posilňovača brzdnej sily „Dual Rate“ s dvojstupňovým posilňovacím účinkom [16]

### 3.1.5 AKTÍVNY POSILŇOVAČ BRZDNÉHO ÚČINKU

V súčasnosti u novo vyrobených vozidiel je používaní väčšinou elektricky ovládaný posilňovač, t.j. aktívny posilňovač brzdnej sily s rozšírenými funkciami, ktorý slúži ako pomoc elektrického brzdového asistenta pri núdzovom brzdení. Spolupracuje so systémom ESP, spolu s hlavným brzdovým valcom vytvorí mu tlak k správne fungovaniu. Spolu s ďalšími príslušenstvami (senzory) môže fungovať aj nezávisle od vodiča (spolupracuje systémom ACC) [2].



Obr. 9 Priebeh tlaku v brzdovej ústave s aktívnym posilňovačom brzdnej sily [8]



*Obr.10 Schéma Aktivneho posilňovača brznej sily[8]*



## 3.2 AUTOMATICKÉ NÚDZOVÉ BRZDENIE (AEB)

Automatické núdzové brzdenie AEB (Automatic Emergency Braking systems) v dnešnej dobe sa dostalo do stredu pozornosti najmä so svojou modernou technológiou a v neposlednom rade svojou účinnosťou. Podľa štatistických predpokladov AEB systémy by mohli ešte znížiť počet nehôd až o 27%, súčasne znižovať počet usmrtených osôb a v neposlednom rade veľkosť škody na majetku [10].

AEB systémy využívajú nasledujúce technológie:

- Radarový snímač
- LiDAR senzor (laserový snímač)
- Palubné kamery
- Brzdový asistent
- ABS

### 3.2.1 SNÍMAČE POTREBNÉ PRE AEB SYSTÉMY

#### 3.2.1.1 RADAROVÝ SNÍMAČ

Radarový snímač slúži na identifikáciu objektov a na určení ich vzdialenosti v priestore, funguje na základe krátkych elektromagnetických vln. Pracovná frekvencia je 76 až 77 GHz (vlnová dĺžka cca 4 mm). Gunnov oscilátor (Gunnova dioda v dutinovom rezonátore) napája tri vedľa seba paralelne umiestnené antény, ktoré súčasne slúžia aj k príjmu odrazených signálov plastovej šošovky (Fresnelova) v podstate tvaruje vysielaný lúč, vzťahnuté k osi vozidla, vertikálne  $\pm 1,5^\circ$  a horizontálne  $\pm 5^\circ$ . Okrem vzdialenosti a rýchlosti je možné si zistiť aj smer detektovaného vozidla. Vysielaný signál je kmitočtovo modulovaný. Kmitočet vysielaného signálu po odrazení od prekážky sa trochu zmení. Meria sa kmitočet prijímaného signálu, rozdiel frekvencií je priamo úmerný vzdialenosti od prekážky [13] [22].



Obr. 11 Radarový snímač (Bosch) dlhého dosahu až 250 m, snímač pracuje v pásme 76-77 GHz, je to určený pre automobilové účely [20]



### 3.2.1.2 LASEROVÝ SNÍMAČ

Laserový snímač LiDAR je optická technológia, ktorá identifikuje predmety prostredníctvom lúča. Kým radar používa k meraniu rýchlosti, vzdialenosti a smeru rádiové vlny, LiDAR využíva laserovú diódu ktorá vysiela impulzy laserového lúča a z doby letu svetelného lúča si zistí prítomnosť objektov, prípadne aj vzdialenosť, v podstate funguje na podobnom princípe ako radarový snímač. Používaná vlnová dĺžka v závislosti od snímaného objektu je od 10 mikrometrov až do 250 nanometrov vlnovej dĺžky a pracuje pri frekvencii 24 GHz a 77 GHz, podobne ako radarové snímače. Výhodou snímača LiDAR je širší uhol monitorovanej oblasti a vyššia rozlišovacia schopnosť svetelného lúča [2].

### 3.2.1.3 KAMEROVÉ SNÍMAČE

Kamerové snímače v dnešnej dobe majú veľké využitie, pretože sú schopné predávať vizuálne informácie. Pomocou týchto snímačov sa dajú identifikovať jazdné pruhy, dopravné značky a aj iné motorové vozidlá. Videosenzory zaznamenávajú obraz, ktorý samozrejme pozostáva z pixlov, ktoré potom sú spracované. Cieľom je aby systém dostal informácie z okolie vozidla [1].

## 3.2.2 PRINCÍP FUNGOVANIA SYSTÉMOV AEB

Kombináciou vyššie uvedených technológií vytvorili systémy AEB, ktorý v podstate vychádza z brzdových asistenčných systémov.

Senzory systémov neustále pozorujú okolie vozidla (predídúce, bočné a zadné vozidlá, alebo chodcov) a spolupracujú s centrálnym procesorom, ktorý vyhodnotí aktuálnu situáciu. AEB systémy spolupracujú s radarovými snímačmi, LiDAR senzormi (24 GHz vlnovou dĺžkou) a s kamerovými snímačmi. Pokiaľ snímače si zistia blížiaci sa objekt v monitorovanom prostredí, vytvorí sa brzdový tlak (obmedzený) a pripraví vozidlo na núdzové brzdenie.

V prípade, ak už vzdialenosť objektov je nebezpečná, respektíve náraz je neodvratný, systém automaticky si zvyšuje brzdový tlak na maximum, čo systém ESC individuálne reguluje zvlášť pre každé koleso, snaží sa zmierniť následky a to tak, že samostatne zastaví, alebo na základe okolností si maximálne znižuje rýchlosť vozidla bez zásahu vodiča (ak je vo výbave) [7] [1].

V súčasnosti AEB systémy sú dodané zákazníkom v kombinácii s ďalšími funkciami, ktoré si ďalej zvyšujú bezpečnosť cestujúcich.

Brzdový asistent PLUS (Daimler-Chrysler) je základom ďalších modernejších systémov, je to takzvaný prvý krok u AEB systémov, ktorý je schopný pomocou radarového snímača (24 GHz) identifikovať kritické situácie a na základe zistenej vzdialenosti od prekážky, vypočítať potrebný tlak v brzdovom valci na núdzové brzdenie [12].

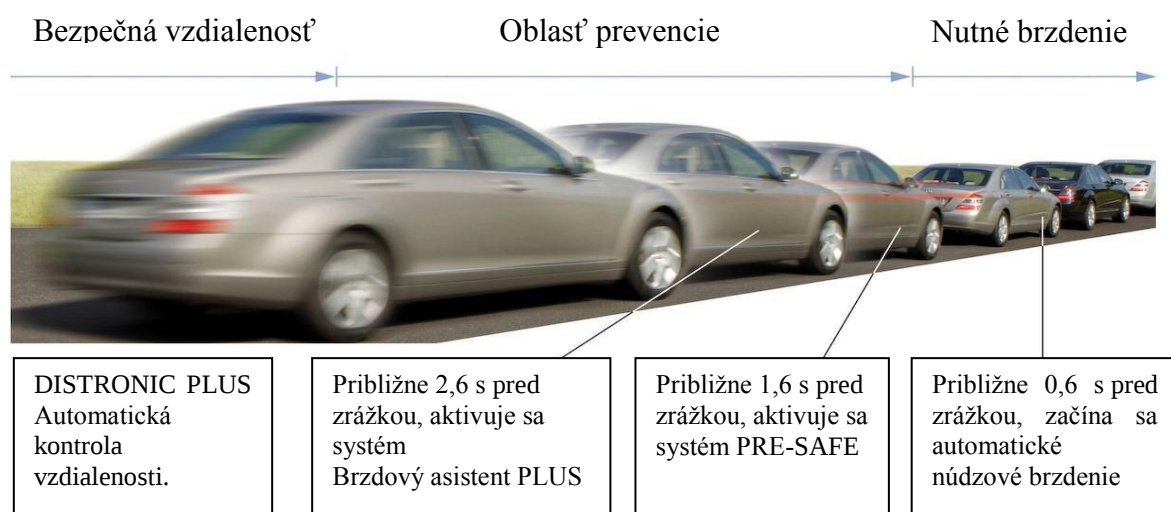
Brzdový asistent PLUS ďalej kombinovali so systémom DISTRONIC PLUS, ktorý je ďalej vyvinutý tempomat. Je to radarovým (77 GHz) snímačom podporovaný systém, ktorý je schopný udržať vopred nastavenú vzdialenosť až pri rýchlosti od 0 až do 200 km/h, pretože vďaka kombinácii radarových snímačov systém je schopný monitorovať od 0,2 m až do 150-200 m [14] [1].



Obr. 12 Schéma monitorovaných pol u systému DISTRONIC PLUS (Daimler-Chrysler)[6]

Ďalej okrem DISTRONIC PLUS brzdový asistent PLUS, môže byť kompletizovaný so systémom Stop-and-Go, ktorý automaticky brzdí a aj rozbehne vozidlo, podľa predídúceho vozidla a týmto si zvýši bezpečnosť nielen vodiča, ale aj ostatných účastníkov cestnej premávky[12][2].

Brake assist PLUS je zdokonaľovaným systémom PRE-SAFE. Pokiaľ vodič nereaguje na upozornenie systému BAS PLUS tak automaticky bez zásahu vodiča systém zastavuje vozidlo, alebo v rámci možnosti znižuje rýchlosť vozidla[12].



Obr. 13 Schéma procesu systému AEB. [6]

### 3.2.3 VÝZVY V BUDÚCNOSTI PRI VÝVOJU AUTOMATICKÉHO NÚDZOVÉHO BRZDENIA (AEB)

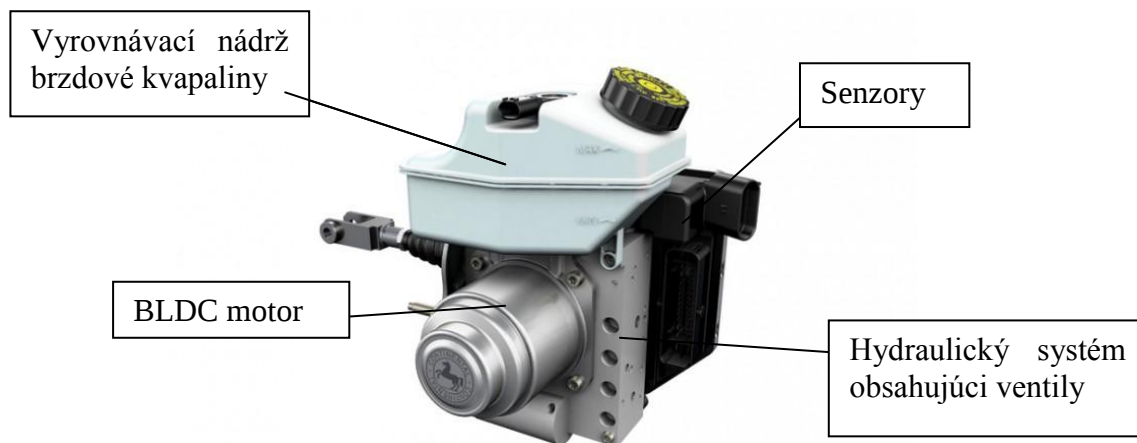
Vzhľadom na počtu hybridných a elektrických vozidiel, pravdepodobne bude sa znížiť aj hlučnosť aut a súčasne aj cestnej premávky.

#### 3.2.3.1 NÁVRHY RIEŠENIA NEDOSTATKOV BRZDOVÝCH ASISTENČNÝCH SYSTÉMOV

Výzva budúcnosti bude vytvárať systémy, ktoré budú extrémne rýchlo vykonávať zložité úlohy. Je dôležité si uvedomiť, že limitované množstvo fosílnych energií bude viesť k alternatívnym riešeniam, respektíve zániku spaľovacích motorov. Preto v budúcnosti budú uplatnené brzdové systémy, ktoré sú schopné pracovať bez konvencionálnej energie, tzv. bez vákuu, čo je významným nedostatkom brzdových asistenčných systémov [18].

#### 3.2.3.2 CONTINENTAL MK C1

Hydraulické takzvané Hydraulic-by-wire (cez drôt) systémy, ako Continental MK C1, do ktorého funkcie ako posilňovače systémov ABS a ESC a aktivácia brzdy sú integrované do jedného modulu, ktorý je kompaktný a odľahčený a pretože systém funguje na elektrohydraulickom princípe, nie je závislý na malej hustote energie vákuovej techniky. Navyše Continental MK C1 na rozdiel od bežných brzdových systémov, lepšie si splní zvýšené nároky na dynamiku tlaku, ktorý vlastne potrebuje aj systém AEB na splnenie svojej činnosti. Testy preukázali, že aj brzdná dráha je kratšia, čo môže efektívne ovplyvniť aktívnu bezpečnosť motorového vozidla. Toto riešenie dosahuje menšiu hlučnosť pomocou lineárnych bezimpulzných čerpadiel, ako bežné ESC čerpadlá. Nižšia hlučnosť bude výhodou u elektrických automobiloch u ktorých samozrejme odpadá hlučnosť motora. Tento typ brzdového systému bude dostupný od roku 2015 [17].



Obr. 15 Hydraulic-by-wire systém Continental MK C1 [22]

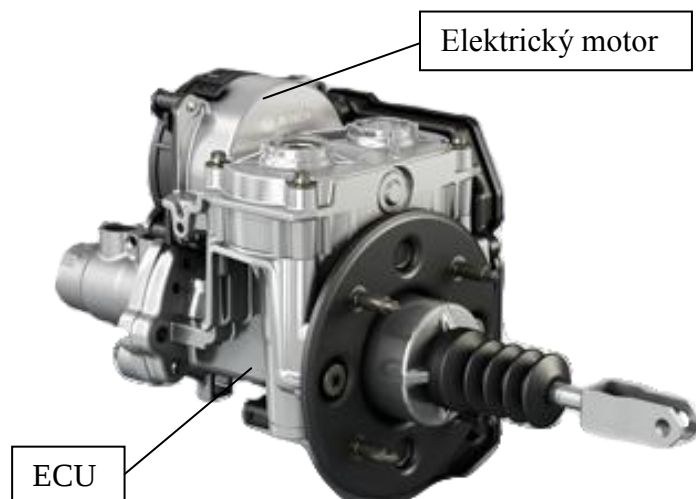


### 3.2.3.3 BOSCHI BOOSTER

Firma Bosch vyvinula svoj systém iBooster, čo je vlastne posilňovač brzdnej sily. Pravdepodobne v blízkej budúcnosti nahradí dnešné konvencionálne jednotky. iBooster je schopný núdzovo zastaviť vozidlo omnoho rýchlejšie a účinnejšie[10].

iBooster je elektromechanický posilňovač brzdnej sily, čo funguje elektronicky a nepotrebuje vákuum na fungovanie. Pri núdzovom zastavení iBooster automaticky si zvýši brzdový tlak a to za 120 milisekundy, čo je až tri krát menej než u bežných posilňovačov. iBooster bol vyvinutý špeciálne pre hybridné a elektrické autá, ktoré jazdia viac kilometrov v elektrickom režime a nezachytia energiu pri brzdení. Najväčším problémom pri zavedení týchto systémov bude ich cena, hlavne u menších lacnejších autách, kde cena je podstatná[9] [10].

AEB systém je vlastne prvý krok na ceste k automatickému riadeniu vozidla. Firmy ako Google, BMW a Volkswagen už majú svoje prototypy na systém Car-to-car, kde autá automaticky komunikujú a určujú svoje pozície cez GPS.



Obr. 16 iBooster od firmy Bosch [9]



## 4 HODNOTENIE ASISTENČNÝCH SYSTÉMOV AUTOMOBILOV

V dnešnej dobe platí, že rýchla doba si vyberá svoju daň a to aj na cestách. Stúpa počet áut a súčasne aj pravdepodobnosť dopravnej nehody, preto sa dostane okrem ceny a spoľahlivosti aj bezpečnosť do stredu pozornosti. Automobilové firmy začínajú zvyšovať nároky.

### 4.1 EURO NCAP



*Obr. 17 logo Euro NCAP [5]*

EURO NCAP (European New Car Assessment Programme) je nezávislá organizácia ktorá sa zaoberá bezpečnosťou motorových vozidiel predávaných v Európe. Organizácia bola založená v roku 1996. Hlavnou úlohou spoločnosti je hodnotenie motorových vozidiel z hľadiska bezpečnosti.

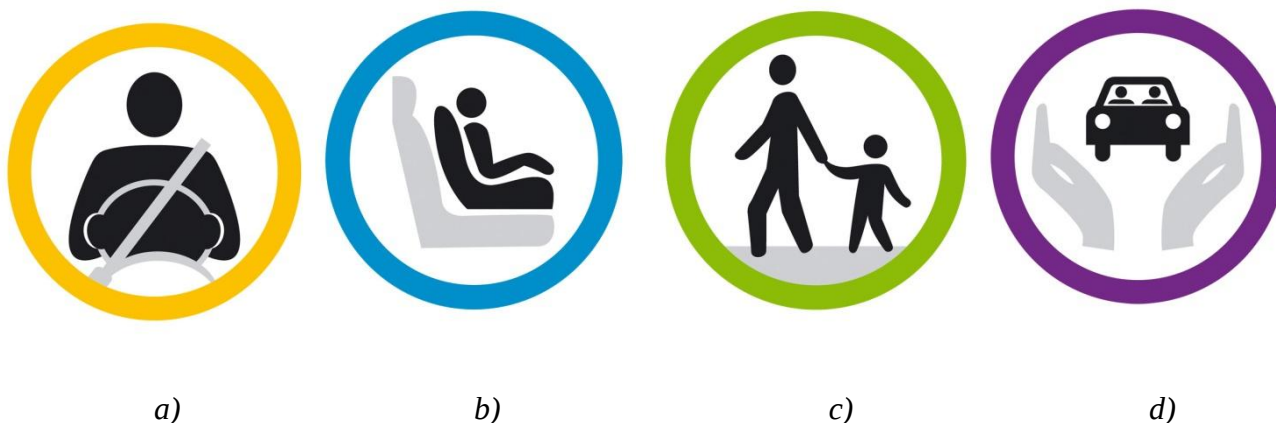
V dnešnej dobe je už zákonom určené, že všetky modely automobilov musia prejsť náročnými bezpečnostnými testami, a to ešte pred tým ako sa dostanú na trh. Bohužiaľ zákonné predpisy určujú len minimálne požiadavky na bezpečnosť motorových vozidiel. Preto cieľom spoločnosti je, aby tieto hranice výrobcovia zvyšovali, respektíve aj prekročili. Takto chce dosiahnuť to, aby na cestách v Európe jazdilo viac a viac bezpečnejších vozidiel.

Euro NCAP pravidelne zverejňuje správy s výsledkami na svojej stránke, kde každý potenciálny majiteľ môže si preštudovať výsledky ešte pred kúpou.

Testovanie modelov áut pre automobilové firmy je dobrovoľné, ale nakoľko výsledky majú vplyv na predaj, nechajú si otestovať svoje výrobky.

Organizácia od roku 2009 udáva len jedno celkové hodnotenie, a to vo forme hviezdíček. Maximálny počet dosiahnutých hviezdíček je päť. Toto celkové hodnotenie sa skladá z štyroch častí [5]:

- Ochrana dospelých posádky,
- Ochrana detí v detských sedačkách,
- Ochrana chodcov,
- Účinnosť bezpečnostných systémov.



Obr. 18 Značky jednotlivých skupín Euro NCAP: a) ochrana dospelí  
b) ochrana detí c) ochrana chodcov d) bezpečnostné systémy[5]

## 4.2 HODNOTENIE BEZPEČNOSTNÝCH SYSTÉMOV (SAFETY ASSIST)

Technológia bezpečnostných systémov hrá značnú rolu pri prevencii a pri zmiernení zranení. Mnohé technológie sú nové, a ich vplyv na bezpečnosť nie je úplne jasný. Avšak u systémov ako ESC, SAS a SBR už bolo preukázané, že v mnohých prípadoch zachránili život, preto Euro NCAP rok po roku sprísni požiadavky na zariadenia, respektíve testuje modely u ktorých značný podiel novo predaných aut bolo vybavený daným systémom.

Od roku 2003 hodnotenie SBR systému bolo súčasťou hodnotenia ochrany dospelých cestujúcich, ale v roku 2009 SBR,ESC,SAS systémy sa spojili, vytvorili jedno celkové hodnotenie, ktoré tvoria ďalšiu časť celkového hodnotenia a nazvali to Safety Assist (bezpečnostné asistenčné systémy), kde každé vozidlo musí splniť požiadavky.

V súčasnosti celková klasifikácia Safety Assist pozostáva z nasledujúcich častí:

- Hodnotenie Inteligentného upozornenia na zapnutie bezpečnostných pásov /SBR
- Hodnotenie Elektronickej stabilizácie jazdy ESC/ESP
- Hodnotenie Podpory jazdy v jazdnom pruhu (LWD/LKA)
- Hodnotenie Autonómneho núdzového brzdenia (AEB)
- Hodnotenie Asistenčných systémov rýchlosti (SAS)



### Metóda posúdenia:

Na rozdiel od hodnotenia ochrany a bezpečnosti v prípade havárie, Safety Assist nevyžaduje deštruktívne testovanie vozidla. Hodnotenie sa uskutočňuje na základe požiadavky na zariadenia a na výkon podľa smernice Euro NCAP (ako je u systémov SBR, SAS, AEB) alebo len na základe požiadavky na zariadenia, u ktorých funkčnosť dokazuje výrobca (ESC a LSS). Hlavným zámerom je, aby Európania jazdili v autách v ktorých vyššie uvedené systémy sú štandardne dodávané. Euro NAP testuje autá, ktoré spĺňajú základnú požiadavku na zariadenia, teda ak celá modelová rada alebo percentuálne určená časť modelovej rady je štandardne vybavená daným systémom. Eskalácia určitých systémov je nasledujúca:

Tab.4 Eskalácia bezpečnostných systémov [5]

|                                         | Od 1. Januára |      |      |      |
|-----------------------------------------|---------------|------|------|------|
| Ročník                                  | 2014          | 2015 | 2016 | 2017 |
| Asistenčné systémy rýchlosti (SAS)      | 50%           | 70%  | 100% | 100% |
| Autonómne núdzové brzdenie (AEB)        | 50%           | 50%  | 70%  | 100% |
| Podpora jazdy v jazdnom pruhu (LDW/LKA) | 50%           | 50%  | 70%  | 100% |

Samozrejme Euro NCAP u systémov SBR a AEB si zistí výkon a účinnosť a podľa výsledkov testu dostanú bodové hodnotenie [5].

### Prostriedky ktoré sú používané pri hodnotení:

Euro NCAP testuje pomocou robotov ktorý majú naprogramovaný reakčný čas (0,2-0,4s a volant je vytočený s rýchlosťou okolo 1200°/s [7]), aby sa správali ako obyčajný človek a aby mohli test opakovať rovnakými parametrami.



Obr. 19 Schéma robota ktorý riadi pedále a volant [5]



Obr. 20 Imitácia vozidla používaná pri testoch systému AEB [5]

#### 4.2.1 HODNOTENIE INTELIGENTNÉHO UPOZORNENIA NA ZAPNUTIE BEZPEČNOSTNÝCH PÁSOV /SBR

SBR systém môžeme považovať za najefektívnejší bezpečnostný systém, ktorý zvýši pasívnu bezpečnosť cestujúcich. V súčasnosti sa stal základnou výbavou každého modelu a preto ho stále zlepšujú, zdokonaľujú. Avšak mnohí ľudia cestujú bez zapojenia bezpečnostných pásov, a tak sú samozrejme viac ohrození v prípade zrážky auta.

Výskumy preukázali, že SBR systémy sú účinné, už je oveľa pravdepodobnejšie, že cestujúci zapnú bezpečnostný pás, preto Euro NCAP cení každú snahu o vylepšenie.

Euro NCAP predovšetkým vyhodnotí stabilitu, zistia si, že či ten daný systém poskytuje jednoznačný signál cestujúcim o stave bezpečnostného pásu. Odborníci vykonávajú skúšky na jednotlivých systémoch:

- Na autách jazdia zapnutým a nezapnutým bezpečnostným pásom;
- Testujú hlasnosť a čas reakcie signalizátora bezpečnostného pásu;
- Kontrolujú pozíciu a jasnosť vizuálneho signalizátora, respektíve zisťujú, či je viditeľný pre cestujúcich rôznych veľkostí a v rôznych polohách;

V podstate kontrolujú reakciu systému pri rôznych situáciách.

##### Samotné hodnotenie:

SBR systém ktorý je vhodný podľa predpisov Euro NCAP, môže dostať nasledujúce body do celkového Safety Assist hodnotenia:

- Predné sedadlá

Ak pozícia cestujúcich na predných sedadlách spĺňa kritéria Euro NCAP, tak budú udelené dva body.

- Zadné sedadlá

Ak boli udelené dva body, teda pozícia cestujúcich na predných sedadlách vyhovovala a ak i zadné sedadlá (pod pojmom zadných sedadiel rozumieme jeden alebo viac radov sedadiel) spĺňajú kritéria Euro NCAP, tak ďalší jeden bod bude udelený[5].



Obr. 21 SBR systém, vizuálne upozornenie na zapnutie bezpečnostných pásov (KiaCee'd 2012)

#### 4.2.2 HODNOTENIE ELEKTRONICKÉHO STABILIZÁCIE JAZDY ESC/ESP

Od roku 2008 na Euro NCAP sa dostane široký výber áut s elektronickým stabilizačným systémom (ďalej ESC). Pred rokom 2012, keď ešte ESC systém povinný nebol, mohli sa firmy rozhodnúť, či jednotlivé typy áut budú vybavené takýmto systémom alebo nie. V dôsledku toho frekvencia ESC systémov bola rôzna medzi európskymi krajinami a aj medzi kategóriami vozidiel, ale v roku 2012 ESC sa stala povinnou výbavou pre všetky automobily predávané v EU. Preto v roku 2009 sa rozhodol Euro NCAP hodnotiť bezpečnostný prvok ESC, ak celá modelová rada je štandardne alebo opcionálne vybavená a najmenej 95 percent výrobcov predaných áut má vo výbave štandardne ESC. Samozrejme, tieto požiadavky sa sprísnila a už od roku 2012 sú len také autá hodnotené, ktoré sú štandardne vybavené s ESC.

Výrobcovia vykonávajú stovky testov, pri vývoji systémov ESC pre svoje vozidlá. Snažia sa zabezpečiť, aby systém fungoval vo všetkých možných okolnostiach: pri rôznych rýchlostiach a stavu vozovky, a samozrejme pri rôznych manévroch a reakcii vodiča.

Analýzy preukázali, že autá, ktoré sú vybavené bezpečnostným systémom ESC, boli súčasťou menej dopravných nehôd (väčšinou menej závažných), ako autá bez ESC. Avšak nie je možné rozlíšiť jednotlivé ESC systémy podľa toho, ktorý je menej a ktorý je viac bezpečný.

Od roku 2011 Euro NCAP vykonáva takzvaný „sine-with dwell“ test na všetkých autách, na overenie výkonu a účinnosti systému ESC. Počas testov odborníci pozorujú správanie sa vozidla pri vybočení, preto základom tohto testu je takzvaný predbiehací manéver (double-lane changemaneuvre), čo je realizovaný pri rýchlosti 80 km/h tak, že volant je výrazne vytočený až do 270 stupňov.

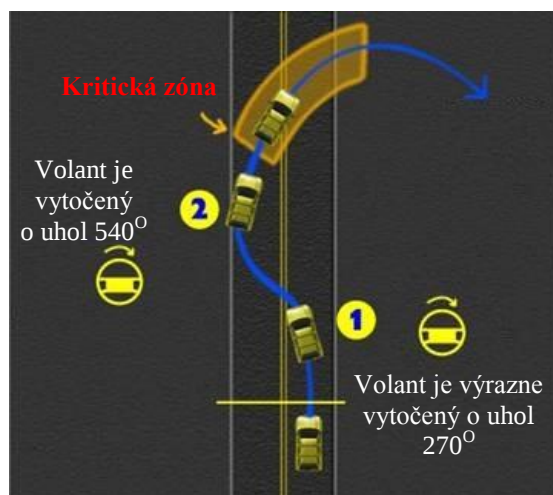
Aby model prešiel testom, musí splniť tri kritériá: pri predbiehaní vyhybanie musí byť viac ako 1,83m, aby došlo k zmene jazdného pruhu a aby nedošlo k zrážke s predbiehaným



objektom. Samozrejme počas manévrov pracuje systém ESC; po predbiehaní vozidlo sa musí dostať do stabilnej polohy, respektíve musí končiť otáčanie vozidla okolo jeho zvislej osy a musí pokračovať cestu priamo.

#### Samotné hodnotenie:

Ak systém ESC splní požiadavky na výkon (vyhovuje testom), tak budú udelené tri body do celkového Safety Assist hodnotenia. Ak testom nevyhovuje nebudú udelené žiadne body[5].



Obr. 22 Schematické znázornenie predbiehacieho manévru (sine-withdrawal test)[5]

#### 4.2.3 HODNOTENIE PODPORY JAZDY V JAZDNOM PRUHU (LSS)

Systémy ktoré podporujú jazdu v jazdnom pruhu stále sa zlepšujú, preto Euro NCAP Advanced už hodnotil ich úspešnosť, aby ich existencia sa dostala do stredu pozornosti.

Od roku 2014 tieto systémy sú súčasťou hodnotenia Safety Assist. Euro NCAP má v úmysle rozvíjať test, ktorým by vedeli posúdiť účinnosť a výkon jednotlivých systémov. Aby bolo možné vykonať podrobnejšiu analýzu, je treba motivovať výrobcov aby zvýšili eskaláciu systému a aby investovali viac energií do vývoja. Euro NCAP zatiaľ hodnotí takzvaným NHTSA testom a len funkčnosť systému.

#### Samotné hodnotenie:

Hodnotenie sa uskutočňuje na základe výrobcom poskytnutých informácií a 1 bod je udelený do celkového Safety Assist hodnotenia. Ak Euro NCAP bude schopný rozlíšiť účinnosť a výkon jednotlivých LSS systémov, body budú udelené na základe výsledkov testovania[5].



#### 4.2.4 HODNOTENIE AUTONÓMNEHO NÚDZOVÉHO BRZDENIA (AEB)

Euro NCAP kategorizuje AEB systémy do dvoch skupín

- Systémy pre mestskú premávku (pre nízku rýchlosť) - AEB City
- Systémy pre medzimestskú premávku (pre vysokú rýchlosť) - AEB Inter-urban

Z hľadiska Safety Assist je nám dôležitý len systém pre medzimestskú premávku.

AEB systém môže obsahovať dve základné funkcie: funkciu automatického núdzového brzdenia; funkciu varovania pred čelnou zrážkou. Záleží na typu toho systému či poskytuje obe funkcie, alebo len jednu z nich.

Funkcia automatického núdzového brzdenia funguje samostatne, bez zasiahnutia vodiča a len vtedy, ak zrážka s autom idúcim pred ním už je neodvratná.

Funkcia varovania pred čelnou zrážkou (FCW) len audio-vizuálne upozorňuje vodiča pri nebezpečných situáciách, takže zodpovednosť stále nesie vodič, ktorý hneď musí brzdiť a skúsiť sa vyhnúť zrážke s autom idúcim pred ním.

##### Samotné hodnotenie:

Hodnotenie sa skladá z dvoch častí a začína sa vyšetrovaním vzťahu medzi človekom a asistenčným systémom (Human Machine Interface ďalej HMI) . Po prvé funkcie AEB a FCW musia byť zapojené, a signalizátor FCW systému musí byť dostatočne hlučný a jasný (ak je vo výbave). Ak tieto podmienky sú splnené môžu byť bodovo hodnotené:

- **Deaktivácia systému AEB a/alebo FCW systému**  
Ak deaktivácia AEB a/alebo FCW systému je nemožná stlačením jedného tlačidla, tak budú udelené 2 body.
- **Doplňkový signalizátor FCW systému**  
Ak je vo výbave ešte navyše nejaké upozorňovacie zariadenie (head-up display a pod.), bude udelený 1 bod.
- **Automatické napnutie bezpečnostných pásov**  
Keď systém narazí na kritickú situáciu, ktorá môže viesť k zrážke, automaticky napne bezpečnostné pásy. Ak táto funkcia je vo výbave, bude udelený 1 bod.

Celkové HMI hodnotenie vznikne sčítaním jednotlivých získaných bodov, čo maximálne môžu byť 4 body.

Ďalšou časťou je hodnotenie samotných systémov AEB/FCW.

Najdôležitejším faktorom v oboch hodnoteniach je  $V_{rel_{impact}}$ , pretože body sú udelené na základe veľkosti tejto rýchlosti. Maximálny počet bodov dosiahne auto u ktorého pri každej  $V_{rel_{test}}$ ,  $V_{rel_{impact}}$  bude nulová, respektíve nedôjde k zrážke, ak tomu tak nie je, dostane znížený počet bodov:

$$\text{Znížený počet bodov} = \left( \left( \frac{V_{rel_{test}} - V_{rel_{impact}}}{V_{rel_{test}}} \right) \times \text{maximálny počet bodov} \right) \quad (1)$$



Maximálny počet bodov pri jednotlivých rýchlostiach sú uvedené v tabuľke:

Tab.5 Rozpis hodnoteniu na závislosti rýchlosti a typu asistenčných systémov[5]

| Rýchlosť     | CCRs |               | CCRm          |               | CCRb         |              |
|--------------|------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
|              | AEB  | FCW           | AEB           | FCW           | AEB          | FCW          |
| 30 km/h      | -    | 2,000         | 1,000         | -             | -            | -            |
| 35 km/h      | -    | 2,000         | 1,000         | -             | -            | -            |
| 40 km/h      | -    | 2,000         | 1,000         | -             | -            | -            |
| 45 km/h      | -    | 2,000         | 1,000         | -             | -            | -            |
| 50 km/h      | -    | 3,000         | 1,000         | 1,000         | 4x1,000      | 4x1,000      |
| 55 km/h      | -    | 2,000         | 1,000         | 1,000         | -            | -            |
| 60 km/h      | -    | 1,000         | 1,000         | 1,000         | -            | -            |
| 65 km/h      | -    | 1,000         | 2,000         | 2,000         | -            | -            |
| 70 km/h      | -    | 1,000         | 2,000         | 2,000         | -            | -            |
| 75 km/h      | -    | 1,000         | -             | 2,000         | -            | -            |
| 80 km/h      | -    | 1,000         | -             | 2,000         | -            | -            |
| <b>Total</b> | -    | <b>18,000</b> | <b>11,000</b> | <b>11,000</b> | <b>4,000</b> | <b>4,000</b> |

Pokiaľ systém pozostáva:

- Z kombinácie AEB+FCW

V tom to prípade je určený počet bodov v každej sekcii (CCRs, CCRm a CCRb), zvlášť pre AEB a pre FCW a nakoniec je vypočítaný celkový priemer v percentách, opäť zvlášť pre FCW a AEB.

- Len AEB

Pokiaľ systém poskytuje len AEB funkciu, sú určene v každom prípade (CCRs, CCRm a CCRb) body, ale kde hodnotenie AEB prekryje hodnotenie FCW tak tam u FCW budú uplatnené body AEB (je reč o oblasti u CCRm 50-70 km/h a o CCRs), potom sú vypočítané zvlášť percentá pre FCW a pre AEB.

- Len FCW

V prípade ak systém poskytuje len funkciu FCW tak celkove hodnotenie pre funkciu AEB bude 0%. Samozrejme výsledok pre FCW bude určený[5].

### ***Celkový výsledok AEB Inter-Urban***

Celkový výsledok je určený na základe rovnici[5]:

$$AEB \text{ celk. výsl.} = (AEB \text{ výsl.} \times 1,5) + (FCW \text{ výsl.} \times 1,0) + (HMI \text{ výsl.} \times 0,5) \quad (2)$$



#### 4.2.5 HODNOTENIE ASISTENČNÝCH SYSTÉMOV RÝCHLOSTI (SAS)

Rozhodujúcim faktorom dopravných nehôd najčastejšie je nadmerná rýchlosť. Dopravné značky určujú maximálnu dovolenú rýchlosť jazdy vzhľadom na okolnosti, aby jazda bola bezpečná aj pre ostatných účastníkov cestnej premávky a v neposlednom rade zvýšia efektívnosť dopravného toku, ale bohužiaľ mnohí to ignorujú a zvolia si nadmernú nebezpečnú rýchlosť.

Euro NCAP predovšetkým vyšetruje funkčnosť SAS systémov, to znamená tri vlastnosti ktoré sú hodnotené:

- Schopnosť informovať vodiča o aktuálnej rýchlosti,
- Upozornenie vodiča pri prekročení maximálnej rýchlosti
- Funkcia automatického prispôsobenia rýchlosti vozidla k maximálnej povolenej rýchlosti

Najmodernejšie systémy ovládajú všetky tri schopnosti a tak poskytujú najvyššiu úroveň predestinácie.

Existuje bohatý výber Sas systémov, avšak môžeme ich triediť do nasledujúcich štyroch skupín:

- SLIF
- MSA
- SLIF + MSA
- ISA

#### Samotné hodnotenie:

Pokiaľ daný systém vyhovuje testom Euro NCAP, bude bodovaný podľa nasledujúcej tabuľky:

Tab. 6 Rozpis bodovania SAS [5]

|                                                                                               | SLIF       | MSA      | ISA        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|------------|
| <b>Informovanie vodiča o aktuálnej rýchlosti vozidla</b>                                      | <b>1,5</b> |          | <b>1,5</b> |
| Na základe záznamu kamery                                                                     | 0,50       |          | 0,50       |
| Na základe Digitálnej mapy                                                                    | 0,50       |          | 0,50       |
| Na základe kombinácií záznamu kamery a digitálnej mapy                                        | 0,50       |          | 0,50       |
| <b>Upozornenie vodiča pri prekročení maximálnej rýchlosti</b>                                 |            | <b>1</b> | <b>2</b>   |
| <b>Funkcia automatického prispôsobenia rýchlosti vozidla k maximálnej povolenej rýchlosti</b> |            | <b>1</b> | <b>1</b>   |

Konečný počet bodov (čo je 4,5 bodov) bude zmenšený úmerne na maximálne 3 body [5].



### 4.3 EURO NCAP ADVANCED

Od roku 2010 Euro NCAP Advanced odmení a hlavne upriamuje pozornosť zákazníkov na značky áut, ktoré ponúkajú okrem štandardných systémov široký výber novších, modernejších bezpečnostných systémov, ktorý robia cestovanie bezpečnejším.

V podstate Euro NCAP Advanced je systém odmen, ktorý skompletizuje hviezdíčkové hodnotenie Euro NCAP.



Obr. 23 Logo EURO NCAP Advanced [5]

Dostupnosť pokročilej technológie bezpečnosti ďalej zlepšuje úroveň hviezdíčkového hodnotenia Euro NCAP. Úlohou týchto technológií je predovšetkým informovať, upozorniť a v neposlednom rade poradiť vodičovi a takto sa vyhnúť nehode. Pretože samotná zrážka pri nehode trvá v priemere 7 desatiny, preto tieto systémy musia pracovať rýchlo a musia pripraviť optimálne podmienky, respektíve najlepšiu možnú ochranu. Iné systémy zas šetria rozhodujúce minútky, ktoré sú potrebné na účinnú záchrannú akciu, takže podpora vývoja týchto systémov je podstatná. Bohužiaľ zákazníci nepoznajú účinnosť, niekedy ani existenciu týchto systémov, preto väčšinou si ani nenárokujú takúto dodatočnú výbavu, ktoré môžu zachrániť aj život[5].

Automobilové firmy nominujú svoje nové technológie a Euro NCAP svojimi príslušnými odborníkmi zisťujú, ako sa testovaný systém správa v „reálnom svete“, aká je jeho účinnosť a výkon. Systémy ktoré dosiahnu vynikajúci výsledok, dostanú ocenenie Euro NCAP Advanced [5].

Asistenčné systémy ktoré už boli hodnotené sú nasledujúce:

- Systém na kontrolu mŕtveho uhla
- Systém na kontrolu neželaného opustenia jazdného pruhu
- Systémy pre obmedzovanie rýchlosti
- Systém upozornenie na príznaky nepozornosti a únavy
- Automatické volanie záchrannej služby
- Systém upozornenia na možnosť zrážky
- Asistent nočného videnia
- Iné asistenčné systémy



## ZÁVER

V dnešnej dobe Asistenčné systémy hrajú dôležitú úlohu v cestnej premávke. Dennodenne človeka zachránia pri nebezpečných situáciách, keď už nie je schopný predísť situáciu samostatne v rámci svojej schopnosti.

V prvej časti bol ukázaný vývoj dopravnej nehodovosti a najčastejšie príčiny dopravných nehôd. Bolo zistené, že väčšinou dopravná nehoda je pôsobená vodičom, ktorý nevenuje úplne pozornosť k riadeniu vozidla, nedodržiava správnu vzdialenosť a neprispôsobuje rýchlosť vozidla k stavu vozovky. Preto existencie asistenčných systémov je podstatná, pretože ponúkajú riešenie na týchto príčiny a takto sú schopné znížiť počet a neposlednom rade závažnosť dopravných nehôd.

Brzdové asistenčné systémy a Automatické núdzové brzdenie, ktorých vývoj a princíp fungovania bola preukázaná, sú okrem dávno existujúcich systémov ako je ABS, ESP ďalšími dôležitými asistenčnými systémami.

V druhej časti bol vysvetlený princíp hodnotenia asistenčných systémov podľa smerníc Euro NCAP. Bežné autá väčšinou nie sú vybavené najmodernejšími systémami, ktoré sú dostupné na trhu, samozrejme z finančných dôvodov. Najmodernejšie systémy sú dostupné u drahších typov áut. Preto Euro NCAP je na dobrej ceste pri zvyšovaní nárokov aj pri výrobe lacnejších modelov áut, vďaka tomu už od roku 2014 päťhviezdičkové hodnotenie dostanú len autá, ktoré sú už vybavené modernými systémami ako je aj systém AEB.

Zámer vývoja je jasný, nedostatky asistenčných systémov sa postupne eliminujú, v dôsledku čoho na cestách bude jazdiť viac inteligentnejších vozidiel, ktoré svojimi schopnosťami budú zvyšovať bezpečnosť cestnej premávky.



## POUŽITÉ INFORMAČNÉ ZDROJE

- [1] VLK, František. Automobilová elektronika 1: Asistenční a informační systémy. 1. vyd. Brno:František Vlk, 2006, vi, 269 s. ISBN 80-239-6462-3.
- [2] VLK, František. Automobilová elektronika 2: Systémy řízení podvozku a komfortní systémy.1. vyd. Brno: František Vlk, 2006, vi, 308 s. ISBN 80-239-7062-3.
- [3] BAUER, František. Automobily: Podvozky. 1 vyd. Brno : František Bauer, 2007, vi, 228 s. ISBN 978-80-87143-03-2
- [4] BLAŽEK, J. Pokročilé asistenční systémy řidiče. Brno: Vysoké učení technické v Brně,Fakulta strojního inženýrství, 2011. 48 s.
- [5] Euro NCAP [online]. ©2012 [cit. 2012-10-22]. Dostupné z: [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com)
- [6] Caranddriver.com [online]. 2010 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z:<http://www.caranddriver.com/photos-08q4/243086/mercedes-benz-s-class-distronic-plus-brake-assist-plus-and-pre-safe-brake-illustration-photo-243107>
- [7] DR. HELBIG, Jörg. Vehico.com: ObjectiveTestingofAutonomousEmergencyBrakingSystemsfortheEuroNCAP AEB rating [online]. Germany, 2013 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: [http://www.dlr.de/ts/Portaldata/16/Resources/termine/vk/Vortrag\\_helbig.pdf](http://www.dlr.de/ts/Portaldata/16/Resources/termine/vk/Vortrag_helbig.pdf)
- [8] ING.KAŠPAR, Petr. Brzdové systémy: Brzdový posilovačsilničníchvozidel. In: Cahp.cz [online]. 2006 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.cahp.cz/wp-content/2013/03/04-Hydraulicke-brzdove-systemy-vozidel.pdf>
- [9] GILLESPIE, Jason a Robert BOSCH. Activesafetyfor EV: ESP® hev and iBooster. In:Swinburne.edu.au [online]. Australia, 2012 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <https://www.swinburne.edu.au/engineering/electric-vehicle/seminar/presentations/051212-EVPlugIn4Power--Melb.pdf>
- [10] ELS, Peter. Automotive-iq.com: Braking to savelives and energy. [online]. Germany, 2014 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.automotive-iq.com/PDFS/Braking%20to%20save%20lives%20and%20energy.pdf>
- [11] ING. MAREŠ, Albert. Sjf.tuke.sk: AKTÍVNE A PASÍVNE PRVKY BEZPEČNOSTI AUTOMOBILOV[online]. 2003 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/6-2003/pdf/193-194.pdf>
- [12] J BREUER, Joerg, Andreas FAULHABER, Peter FRANK a Stefan GLEISSNER. Nrd.nhtsa.dot.gov: REAL WORLD SAFETY BENEFITS OF BRAKE ASSISTANCE SYSTEMS [online]. Germany, 2006 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/Esv/esv20/07-0103-O.pdf>
- [13] PETRÓK, János. Autotechnika.hu: A vezetõiaszisztensrendszerekfejlõdése [online]. 2013 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://autotechnika.hu/uploads/files/archiv/2012/03/30-34.pdf>



- [14] Daimler.com: DISTRONIC PLUS: Warns and AssistsTheDriver [online]. 2013 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.daimler.com/dccom/0-5-1210218-1-1210321-1-0-0-1210228-0-0-135-0-0-0-0-0-0-0-0-0-0.html>
- [15] Trw.com: Dual Rate (DR) VacuumBrakeBooster [online]. 2013 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: [http://www.trw.com/sites/default/files/TRW\\_braking\\_Dual%20Rate%20DR\\_English\\_2013.pdf](http://www.trw.com/sites/default/files/TRW_braking_Dual%20Rate%20DR_English_2013.pdf)
- [16] PHDR. HAVLÍK, Karel. Sumavanet.cz: Dopravní nehoda není náhoda [online]. 2012 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.sumavanet.cz/cpp/fr.asp?tab=mix&id=71&burl>
- [17] GEIBLER, Nicole. Continental-corporation.com: Budoucnostbrzdění vyžaduje znalost systému a celostní přístup k bezpečnosti jízdy [online]. 2011 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: [http://www.continental-corporation.com/www/pressportal\\_cz\\_cz/themes/press\\_releases/1\\_topics/fairs\\_events/pr\\_2011\\_09\\_13\\_safety\\_concept\\_cs.html](http://www.continental-corporation.com/www/pressportal_cz_cz/themes/press_releases/1_topics/fairs_events/pr_2011_09_13_safety_concept_cs.html)
- [18] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.automotive-iq.com/braking/articles/developments-in-automotive-brake-technology-the-fu/>
- [19] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.policie-cr.cz/>
- [20] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: [http://www.bosch-automotivetechology.us/en\\_us/us/component\\_us/CO\\_PC\\_DA\\_Adaptive-Cruise-Control\\_CO\\_PC\\_Driver-Assistance\\_512.html?compId=79](http://www.bosch-automotivetechology.us/en_us/us/component_us/CO_PC_DA_Adaptive-Cruise-Control_CO_PC_Driver-Assistance_512.html?compId=79)
- [21] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/auto-brake.html>
- [22] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://ae-plus.com/features/pressure--to-perform/page:2>
- [23] [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/recenzovane-clanky>



## ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

|         |                                                                                             |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABS     | Protiblokovací systém (Anti-lock Braking System)                                            |
| ABN/AEB | Automatické núdzové brzdenie (Automatische Notbremsung/Automatic Emergency Braking)         |
| ACC     | Adaptívna kontrola vzdialenosti (Adaptive Cruise Control)                                   |
| ASR     | Rgulácia preklzovania (Acceleration Skid Control)                                           |
| BA      | Brzdový asistent (Brake Assist)                                                             |
| BLCD    | Typ elektrického motora (Brushless DC electric motor)                                       |
| CC      | Regulácia rýchlosti jazdy (Cruise Control)                                                  |
| CCRb    | náraz auta do auta brzdiaceho pred ním (Car-to-Car Rear Braking)                            |
| CCRm    | náraz auta do auta pohybujúceho sa pred ním konštantnou rýchlosťou (Car-to-Car Rear Moving) |
| CCRS    | náraz auta do auta stojacím pred ním (Car-to-Car Rear Stationary)                           |
| eCall   | Systém núdzového volania                                                                    |
| ECU     | Elektronická riadiaca jednotka (Electronic Control Unit)                                    |
| ESP/ESC | Elektronický štabilizačný systém (Elektronic Stability Programme/Control)                   |
| FPS     | Prerušovanie dodávky elektriny a paliva (Fire Protection System Safety),                    |
| FCW     | Funkcia varovania pred čelnou zrážkou (Forward Collision Warning)                           |
| GPS     | Globálny lokalizačný systém (Global Positioning System)                                     |
| HMI     | vzťah medzi človekom a asistenčným systémom (Human Machine Interface)                       |
| ISA/SLA | Asistenčné systémy pre obmedzovania rýchlosti (Intelligent Speed/Speed Limit Assist)        |
| LCA     | Podpora pri zmene jazdného pruhu (Lane Change Assist)                                       |
| LiDAR   | laserový snímač (Light Detection And Ranging)                                               |
| LKA/LDW | Asistent udržiavania v jazdného pruhu (Lane Keeping Assist/Lane Departure Warning)          |
| LSS     | Podpora jazdy v jazdnom pruhu (Lane Support System)                                         |
| MSA     | Manuálny asistent rýchlosti (Manual Speed Assistance)                                       |
| NCAP    | Hodnotenie nových vozidiel (New Car Assessment Programme)                                   |
| NHTSA   | Test asistenčného systému (National Highway Traffic Safety Administration)                  |
| SAS     | Asistenčné systémy rýchlosti (Speed Assist Systems)                                         |
| SBR     | Inteligentné upozornenie na zapnutie bezpečnostných pásov (Seat Belt Reminder)              |
| SLIF    | Komunikácia rýchlostného limitu (Speed Limit Information Function)                          |
| PRS     | Systém bezpečného uchytenia pedálov (Pedal Release System)                                  |



|                   |                                                                  |
|-------------------|------------------------------------------------------------------|
| $V_{rel\_test}$   | je rozdiel rýchlostí áut na začiatku testu                       |
| $V_{impact}$      | je rýchlosť auta prizrážke, ktoré narazí do auta idúcim pred ním |
| $V_{rel\_impact}$ | Je rozdiel rýchlostí áut při zrážke                              |