

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Systémy pasivní a aktivní bezpečnosti v osobních
automobilech

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Jan Babka

Praha 2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Babka

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Systémy pasivní a aktivní bezpečnosti v osobních automobilech

Název anglicky

Systems of passive and active safety in passenger cars

Cíle práce

Vytvořit literární rešerši zabývající se problematikou aktivní a pasivní bezpečnosti osobních vozidel.

Metodika

- prostudovat základní literaturu, normy, internetové odkazy a další dostupné prameny z celého světa a provést literární rešerši v oblasti aktivní a pasivní bezpečnosti vozidel
- na vybraných systémech pasivní bezpečnosti provést otestování jejich funkčnosti

Doporučený rozsah práce

30-40 stran formátu A4

Klíčová slova

airbag, předepínač pásů, deformační zóny, eCall

Doporučené zdroje informací

1. Kovanda J., Šatochin V.: Pasivní bezpečnost vozidel. Vydavatelství ČVUT Praha 2000
2. STRUBLE, Donald E. Side airbags. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, c2005, ix, 288 p. PT (Series) (Warrendale, Pa.). ISBN 07-680-1512-X
3. SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. Automotive safety handbook. London, UK: Professional Engineering Pub., c2005, x, 283 p. PT (Series) (Warrendale, Pa.), 116. ISBN 07-680-0912-X
4. PETERS, George A a Barbara J PETERS. Automotive vehicle safety: [SAE 2002 world congress, Detroit, Michigan, USA, March 4 – 7, 2002]. New York: Taylor, 2002, x, 283 p. PT (Series) (Warrendale, Pa.), 116. ISBN 04-152-6333-6
5. SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. Airbag technology 2002: [SAE 2002 world congress, Detroit, Michigan, USA, March 4 – 7, 2002]. Warrendale, Pa: Professional Engineering Pub., 2002, x, 283 p. PT (Series) (Warrendale, Pa.), 116. ISBN 07-680-0937-5

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 14. 11. 2016

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 12. 2016

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 06. 03. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Systémy pasivní a aktivní bezpečnosti v osobních automobilech vypracoval samostatně pod vedením Ing. Martina Kotka Ph.D. a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

V Praze, dne

.....

.....

Jan Babka

Poděkování

Chtěl bych touto cestou velice poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Martinu Kotkovi, Ph.D. za vstřícnost, cenné rady a připomínky, které mi velmi pomohly při zpracování této práce.

V Praze, dne

.....

.....

Jan Babka

Abstrakt:

Cílem této bakalářské práce je popsat a blíže se seznámit se systémy aktivní a pasivní bezpečnosti, které se dodávají do osobních automobilů. V první části je práce zaměřena na standardní prvky aktivní bezpečnosti. Poté jsou zde popsány moderní prvky aktivní bezpečnosti, které si v poslední době získaly velkou popularitu mezi zákazníky a svými funkcemi výrazně napomáhají řidiči k bezpečnější jízdě. Druhá část se zabývá popisem a rozdělením prvků pasivní bezpečnosti, které minimalizují následky během dopravní nehody. Dále je u vybraných pasivních prvků proveden reálný test jejich funkčnosti. Práce se zaměřuje především na vytvoření souhrnu nejdůležitějších a nejnovějších systémů na trhu.

Klíčová slova:

ABS, ASR, ESP, BAS, ACC, světlomety, airbag, předepínač pásů, eCall

Systems of passive and active safety in passenger cars

Summary:

The aim of this bachelor's thesis is to describe and more closely examine the systems of active and passive safety with which cars are equipped. The first part of the work is focused on standard active safety elements. Then it describes modern active safety elements, which are very popular among customers, and which are helpful due to their functions for safer driving. The second part deals with the description of individual passive safety elements which minimize the consequences of an accident. Finally, real test results are included to check the functionality of selected passive elements. This thesis mainly aims to create a summary of the most important and newest systems on the market.

Key words:

ABS, ASR, ESP, BAS, ACC, headlights, airbag, belt tensioner, eCall

Obsah

Úvod	1
1 Bezpečnost	2
2 Historie bezpečnosti automobilů.....	4
3 Aktivní bezpečnost.....	5
3.1 ABS	8
3.1.1 Historie	8
3.1.2 Funkce a vlastnosti systému	8
3.1.3 Konstrukce	8
3.1.4 Princip systému	9
3.1.5 Druhy systému.....	11
3.2 ASR	11
3.2.1 Historie systému	11
3.2.2 Funkce a vlastnosti systému	12
3.2.3 Činnost systému	13
3.2.4 Funkce spojené se systémem ASR.....	13
3.2.4.1 EGAS.....	13
3.2.4.2 MSR.....	14
3.2.5 Druhy systému.....	14
3.3 ESP	14
3.3.1 Historie	14
3.3.2 Informace o ESP.....	15
3.3.3 Funkce a vlastnosti systému	15
3.3.4 Činnost	16
3.3.5 Funkce spojené s ESP	17
3.3.5.1 SCM.....	17
3.3.5.2 EPCD	17
3.3.6 Doplnkové funkce ESP	17
3.4 BAS	18
3.5 Systémy automatického nouzového brzdění	18
3.5.1 Brzdový asistent PLUS	18
3.5.2 PRE-SAFE	19
3.5.2.1 Růžový štít.....	19
3.6 Systémy automatického (autonomního) brzdění	19

3.6.1	EyeSight	19
3.7	Moderní prvky aktivní bezpečnosti	20
3.7.1	Adaptive Cruise Control.....	20
3.7.2	Lane assistnat	21
3.7.3	Speed Alert System	21
3.7.4	Blind Spot Information System.....	22
3.7.5	Head-up display.....	22
3.7.6	Headlights – Světlomety	23
3.7.7	Rozdělení druhů světlometů podle typu zdroje světla.....	23
3.7.7.1	Halogenové světlomety	23
3.7.7.2	Xenonové světlomety	23
3.7.7.3	LED světlomety.....	24
3.7.7.4	Laserové světlomety	24
4	Pasivní bezpečnost	24
4.1	eCall.....	26
4.2	Zadržné systémy	27
4.2.1	Bezpečnostní pás	27
4.2.2	Předepínač bezpečnostního pásu	28
4.2.3	Airbagy.....	29
4.2.3.1	Princip funkce airbagu.....	31
4.2.3.2	Průběh činnosti čelního airbagu	32
4.2.3.3	Boční a hlavové airbagy	32
4.2.3.4	Vlastnosti airbagů	33
4.2.3.5	Airbagy Takata	34
5	Experiment.....	34
5.1	Zkouška předepínače pásu.....	34
5.1.1	Výsledek.....	35
5.2	Zkouška airbagů	35
5.2.1	Čelní řidičovy airbagy	36
5.2.2	Čelní spolujezdcovy airbagy	36
5.2.2.1	Výsledek	37
	Závěr.....	38
	Seznam použité literatury	39
	Seznam obrázků.....	42
	Seznam zkratk.....	42

Úvod

Ve 21. století je automobil brán jako samozřejmost do každé rodiny. Počet motorových vozidel v celé České republice ke dni 30. 9. 2015 stoupl podle společnosti AutoSAP na přibližně sedm milionů. Díky neustále narůstajícím číslům počtu automobilů vzniká větší riziko dopravních nehod. Mezi další aspekty nehodovosti se řadí vyšší rychlost vozidel, zhoršená kvalita komunikací či agresivita a nepozornost řidičů. Proto se v dnešní době stále více mluví o pasivních a aktivních prvcích bezpečnosti, které se v různých formách dodávají do všech moderních automobilů.

Bezpečnost je jedním ze základních rysů automobilu. To je důvod, proč se většina zákazníků při koupi nového auta nejvíce zajímá o jeho bezpečnost. Mezi současné trendy patří aktivní bezpečnostní prvky vozidla, které ovlivňují jeho vlastnosti a mohou zabránit nehodě: moderní aktivní systémy, jako je udržování vozidla v jízdním pruhu, kontrola „mrtvého“ úhlu či automatické čtení dopravních značek, dále také brzdy, schopnost akcelerace, stabilita při zatáčení či výhled z vozidla, atd. Když prvky aktivní bezpečnosti nemohou zabránit nehodě a dojde k nárazu, pak při něm nastupují prvky pasivní bezpečnosti neboli zádržné systémy vozidla. Patří mezi ně například deformační část vozidla, ve které se pohlcuje energie nárazu, bezpečnostní pásy, dětské autosedačky a především airbagy. (Kovanda, 2000)

Ze statistik dopravních nehod je zřejmé, že ročně v ČR zahyne přibližně 700 lidí. Ačkoli se čísla nehodovosti od roku 1994 zmenšují, jedná se stále o tragickou bilanci. Aby docházelo ke snižování nehodovosti, je zapotřebí vývoje prvků pasivní a aktivní bezpečnosti.

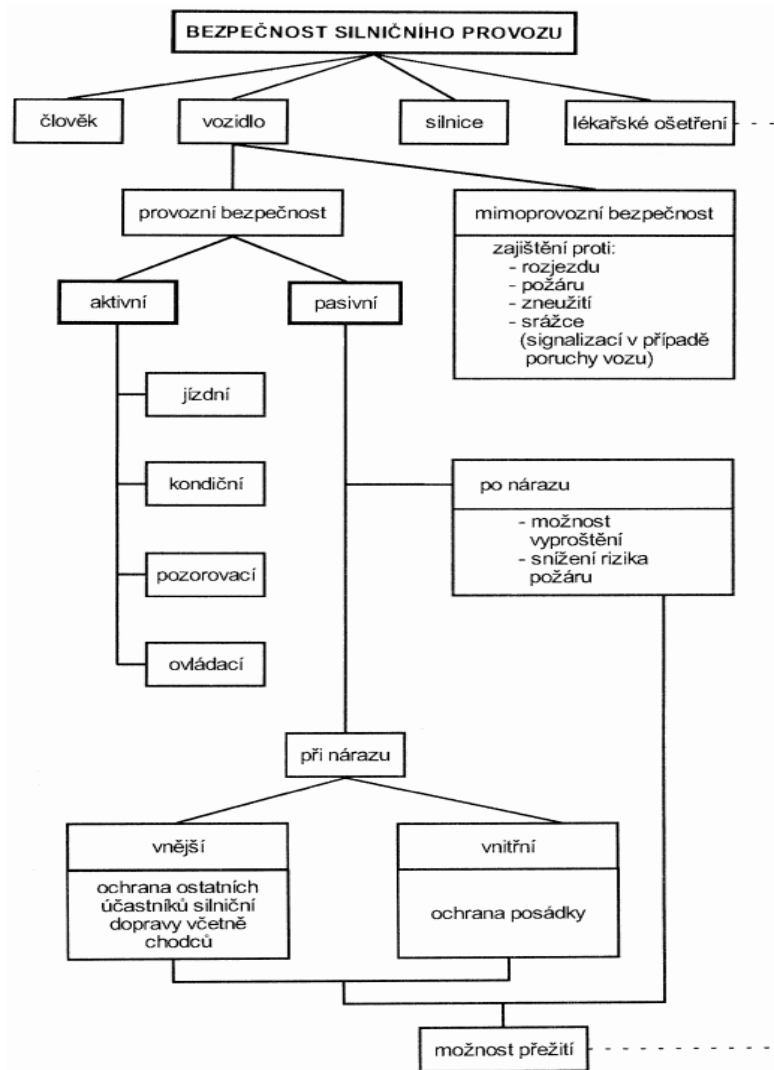
Mnoho výrobců se v dnešní době snaží vynalézat zejména systémy aktivní bezpečnosti, díky kterým by k nehodě nemělo vůbec dojít. Každý moderní automobil je napěchován hromadou elektronických jízdních asistentů, které mu napomáhají pohybovat se po komunikacích bezpečně, čili neohrožovat sebe, ani své okolí. Například automobilka Volvo Cars, která je celosvětově známá pro svou bezpečnost, v roce 2007 prohlásila, že *„v jejich vozech v budoucnu nebude nikdo zraněn, ani usmrcen“*, což odpovídá faktu, že bezpečnost na veřejných komunikacích se nebere na lehkou váhu.

1 Bezpečnost

Bezpečnost a ochrana veškerých našich činností, které provádíme den co den, je v současnosti čím dál tím více upřednostňována a brána jako základní součást našeho života. Je zde několik důvodů pro tento fakt. Počet lidí na celém světě se neustále zvětšuje a to je důsledek stále více používaných prostředků, kam patří i automobily, které nás mohou ohrožovat. Dalšími důsledky mohou být rychlé tempo změn ve světě, vzrůstající sociální rozdíly, místní a celosvětové problémy nebo také zločin. Nicméně je důležité, že tyto faktory a dramatické události jsou mnohem lepší dnes, než tomu bylo v minulosti. [2]

Jelikož je bezpečnost brána jako jeden z nejdůležitějších faktorů v našich životech, nemohla se také vyhnout dopravním prostředkům, konkrétně automobilům, které musí splňovat určitou formu bezpečnosti. V tomto směru má bezpečnost vozidel za úkol chránit nejen posádku, ale i okolní účastníky silničního provozu před poraněním či smrtí. Celková bezpečnost osob však nezáleží jen na samotném vozidle, ale i na ostatních faktorech bezpečnosti silničního provozu. Patří sem zavinění dopravní nehody ze strany řidiče, špatná kvalita silnice nebo i v neposlední řadě lékařské ošetření. Na obrázku číslo 1. je znázorněna problematika bezpečnosti silničního provozu.

Obr. č. 1 - Problematika bezpečnosti silničního provozu



Zdroj: [37]

Jedno z nejdůležitějších tvrzení o bezpečnosti dopravních prostředků řekl v roce 1955 německý Profesor Koeßlet: „*Motorové vozidlo má povinnost transportovat osoby z místa A do místa B tak bezpečně, tak rychle a tak komfortně, jak je to jen možné.*“ [2]

Do vývoje a pokroku bezpečnosti automobilů přispělo mnoho elementů. Mezi nejdůležitější a nejvlivnější z nich je přítomnost legislativy, která je zodpovědná za udržování bezpečnosti v dopravě na základě vydávání různých norem. Má za úkol neustále zlepšovat silnice, semaforey, dále také starat se o vzdělávání účastníků silničního provozu a upravovat vlastnosti automobilů pomocí předepsaných norem. Pod další elementy spadají požadavky od zákazníků, kteří mohou najít informace o bezpečnostních vlastnostech automobilů na

webových stránkách nebo v automobilových magazínech. Mezi ostatní elementy patří vývoj technologií, rivalita mezi automobilkami nebo crash testy. [2]

2 Historie bezpečnosti automobilů

Myšlenka, že moderní automobily jsou nějakým způsobem horší než jejich předchůdci, je veliký omyl, zvláště pokud se jedná o bezpečnost. Stačilo by se podívat do interiéru starého vozu a všimli bychom si ostrých, tvrdých hran palubní desky, tenkých A-sloupků nebo plochých sedaček bez bočního vedení a opěrek hlavy. Lidé při nárazu s těmito vozy v rychlosti 40 km/h neměli moc šancí na přežití. Nicméně v první polovině 20. století nejezdilo mnoho aut, čili pokud došlo k tragické nehodě, bylo to připsáno k riziku, které přinášelo řízení automobilů. [3]

Postupem času se lidé pozvolna začínali zajímat o bezpečnost vozů a jedním z nich byl i Béla Barényi (1907-1997), který je považován za otce pasivní bezpečnosti v automobilech. Barényi byl rakousko-uherský inženýr a vynálezce. Za jeho život u něj bylo zaznamenáno více jak 2,5 tisíce patentů. Když si ho všiml tehdejší Daimler-Benz, uzavřeli spolu dohodu a Barényi se stal vedoucí týmu vývoje jednotlivých modelů Mercedesu-Benz, kde vydržel po dobu 33 let. Vynalezl deformační zónu a mezi jeho hlavní prvky bezpečnosti se řadí sklopný sloupek řízení, který při nehodě snižoval riziko zranění řidiče nebo bezpečnější odnímatelné střechy. Jako první automobil s deformační zónou se objevil právě Mercedes-Benz W111. Dále se ve vozech značky Mercedes-Benz objevovaly v interiéru měkčené prvky jako například výplně dveří či střed volantu. [4]

Jedním z největších přínosů pro nižší úmrtnost cestujících v automobilu měla švédská automobilka Volvo, když roku 1959 přišla s bezpečnostním pásem ve standardní výbavě. Dodnes převládající tříbodový pás s postranní sponou vymyslel zaměstnanec Volva Nils Bohlin. Přičemž jeden z vůbec prvních pásů dodávaných do osobních automobilů roku 1949 byly dvoubodové popruhy od značky Nash z Kenoshe ve Wisconsinu. Tyto popruhy se dodávaly pouze za příplatek a celkem si je koupilo 48 tisíc zákazníků. Podle průzkumu je však jen tisícovka z nich užívala. [5]

Historie airbagu se začala rýsovat už na začátku 50. let 20. století. Mezi první vynálezce airbagu patří Němec Walter Linderer a John Hetrick. John byl americký důstojník a měl zkušenosti s torpédy. Přes veškerou snahu, patenty od obou vynálezců nebyly využity v sériové výrobě automobilů, neboť se pro automobilky nezdály být dost dobré. V roce 1967 přišel pan Allen Breed s elektromagnetickými čidly pro detekci nárazu, které sloužily jako

části systému airbagu. V roce 1971 společnost Ford začala zkoušet bezpečnostní vak s modelem Mercury Monterey a dva roky poté se dával na zkoušku i do vozů Chevrolet Impala. Jako první automobil, do kterého se roku 1974 montoval airbag za příplatek, byl Oldsmobile Toronado z koncernu General Motors. Zákazníci však neměli zájem přikupovat airbag jako bezpečnostní prvek, který měl v té době nahradit bezpečnostní pás. Značka GM na tomto projektu prodělala ohromné jmění, poněvadž nebyl zájem o tuto novinku. O téměř 20 let později se začal airbag znovu dodávat do automobilů, konkrétně do špičkového Mercedesu-Benz třídy S (W126). Airbag byl tehdy dodáván jako kombinace s bezpečnostním pásem, kterou známe dodnes. O dalších 10 let později se stal bezpečnostní vak standardem u automobilů značky Mercedes-Benz. [6], [7]

Podle Petra Krause, který má ve Škodě Auto na starost oddělení pro vývoj bezpečnostních prvků, byl pro bezpečnost aut přelomový rok 2000. Důvodem prý bylo zavedení crash testů Euro NCAP v roce 1997. Tento rok výrazně ovlivnil automobilky, které se začaly více soustředit na celkovou bezpečnost aut, a podle pana Krause jim vývoj trval přibližně 3 roky, proto je rok 2000 podle experta na bezpečnost aut brán za přelomový. Automobily jsou dnes výrazně bezpečnější, což jasně dokazují statistiky. Například v roce 2005 na českých silnicích zahynulo 1127 lidí a v porovnání s rokem 2014 jich zemřelo mnohem méně, a to 689. Z těchto informací je zřejmé, že automobily v tomto ohledu udělaly veliký krok kupředu. [8]

3 Aktivní bezpečnost

Jak už bylo řečeno v úvodu, bezpečnost automobilů se dělí na dva primární sektory: aktivní a pasivní bezpečnost. Aktivní bezpečnost předchází dopravním nehodám a patří do ní prvky, které se starají o zabránění dopravní nehody. To však někdy může být nevyhnutelné a v tu chvíli nastupují prvky pasivní bezpečnosti, které mají za úkol minimalizovat následky dopravní nehody. Aktivní bezpečnost je tedy opakem pasivní bezpečnosti. [9]

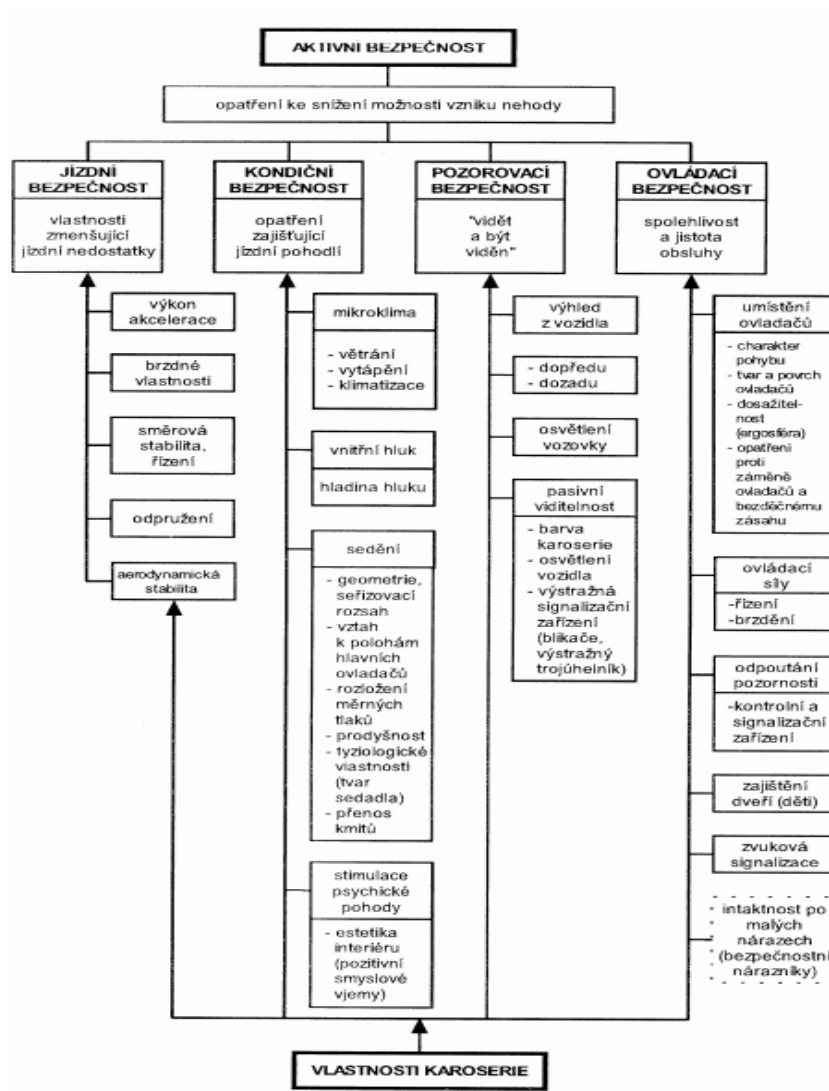
Aktivní bezpečnost neboli „active safety“ u motorových vozidel slouží jako opatření proti možnosti vzniku nehody. Zatímco v minulosti se více zaměřovalo na vývoj pasivních prvků bezpečnosti, v současné době se nejvíce vyvíjí aktivní bezpečnost. Pasivní bezpečnost je už na vysoké úrovni v moderních vozidlech a právě proto je zapotřebí se soustředit na zdokonalení a vývoj aktivní bezpečnosti. Konkrétně elektronické systémy jsou dnes hlavním terčem konstruktérů automobilů. Do těchto systémů lze zařadit ty nejmodernější prvky, které

například mohou za řidiče na určitou dobu převzít řízení, číst dopravní značky či kontrolovat mrtvý úhel vozu. Nepatří sem však jen tyto systémy.

Mezi další prvky patří brzdy, které se řadí mezi vůbec nejdůležitější. Do skupiny aktivní bezpečnosti se dále řadí přesné řízení, které nesmí mít žádnou vůli a mělo by řidiči dodávat jistotu nad ovladatelností vozu. Dále dostatečně výkonný a pružný motor, aby se řidič mohl dostat co nejrychleji z krizových situací, pohoda v interiéru během jízdy, která je potřebná k soustředěnosti řidiče. Výhled z vozidla, který závisí především na tloušťkách jednotlivých sloupků karoserie nebo také celá řada elektronických protiblokovacích, protiprokluzových a stabilizačních systémů jako například ABS, ASR, ESP a další. Je důležité zmínit, že jednotlivé zkratky elektronických systémů se u různých značek automobilů mohou lišit v označení, funkci mají ovšem stále stejnou. Například označení ESP je u Porsche – PSM nebo u BMW – DSC. [10], [11]

Vzhledem k rozsahu tématu bude popsán jen souhrn vybraných aktivních prvků. Budou zde popsány standardní aktivní prvky, které nejvíce pomáhají udržovat bezpečnou jízdu automobilu a moderní prvky, které v poslední době byly uvedeny na trh. Na obrázku číslo 2. je znázorněno rozřazení aktivní bezpečnosti.

Obr. č. 2 - Problematika aktivní bezpečnosti



Zdroj: [37]

Prvky aktivní bezpečnosti

Elektronické asistenční systémy

Asistenční systémy v automobilech slouží pro zlepšení jízdních vlastností převážně v krizových situacích. Mají za úkol držet automobil ve stabilní jízdě a v případě nouze pomoci řidiči, který nemusí být zkušený, bezpečného vyvarování nečekané dopravní komplikace. Hlavní prioritou těchto systémů je zajistit bezpečnou ovladatelnost vozidla a udržet tak bezpečný provoz na dopravních komunikacích.

3.1 ABS

3.1.1 Historie

ABS (Anti-lock Breaking System) patří mezi první a nejznámější elektronické asistenční systémy. ABS jinými slovy protiblokovací systém brzd je systém, který byl z počátku určen pro leteckou dopravu, později našel své uplatnění i v automobilovém průmyslu. Již v roce 1936 firma Bosch spustila patent na „Zařízení k zabránění silného brzdění kol motorového vozidla“. Tento systém byl však dokonale vyvinut až o dalších 42 let později v roce 1978 opět firmou Bosch. Jako první automobil, do kterého se dodával systém ABS, byla vlajková loď Mercedesu-Benz třída S, později se objevil i u BMW řady 7. Roku 2006 rozhodla Asociace evropských výrobců automobilů, že v Evropské unii bude systém ABS u nových automobilů povinnou výbavou. [12]. [13]

3.1.2 Funkce a vlastnosti systému

ABS je důležitý pomocník při brzdění. Funkce je aktivována ve chvíli, kdy senzory otáček jednotlivých kol zaznamenají zablokování kol v důsledku prudkého brzdění. Otáčky kol jsou zpracovávány v řídicí jednotce příslušného automobilu a na základě vyhodnocených signálů se přenáší největší možný brzdný účinek na vozovku s tzv. střídavým povolováním brzd, respektive snížením tlaku v brzdovém systému pomocí regulačního ventilu. Tento systém může povolit kolo až 12x za sekundu. Při této regulaci je možné cítit pulzování na brzdovém pedálu. Hlavním přínosem je, že i přes prudké brzdění je automobil se systémem ABS ovladatelný. Kdyby nebyl vůz vybaven systémem ABS, při nouzovém brzdění by se mu zablokovala kola, nastala by ztráta adheze a auto by nebylo nadále možné řídit otáčením volantů. Mezi další výhody tohoto systému patří brzdění na kluzkém povrchu nebo situace, kdy automobil brzdí a přitom má na každé straně jiný povrch (např. šterk a asfalt). Výsledkem není ztráta kontroly nad vozidlem, ale bezpečné zastavení s kratší brzdovou dráhou. Jedinou nevýhodou může být brzdná dráha na suché vozovce, v tomto případě má navrch systém bez ABS, jehož brzdná dráha je zpravidla kratší, minus však dostává za nerovnoměrné opotřebení pneumatik. [12]. [13]

3.1.3 Konstrukce

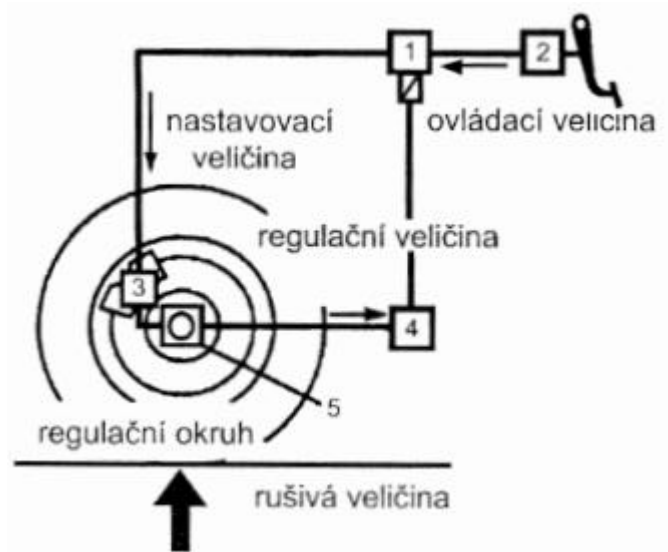
- snímač otáček – vysílá signály ohledně obvodové rychlosti kol;
- řídicí jednotka – neboli „mozek automobilu“ převádí signály na akční příkazy pro elektromagnetické ventily;

- hydraulická jednotka – provádí příkazy od řídicí jednotky;
- hydraulické čerpadlo – čerpá brzdovou kapalinu a posílá ji přes otevřené ventily v průběhu regulace;
- brzdy kol – vytvářejí brzdou energii přes tření mezi brzdovým obložením a kouči, případně brzdovými bubny. [14]

3.1.4 Princip systému

Schéma regulačního obvodu ABS

Obr. č. 3 - Regulační obvod ABS



- 1 – hydraulický agregát s magnetickými ventily, 2 – hlavní brzdový válec,
3 – brzdový kolový válec, 4 – řídicí jednotka, 5 – snímač otáček

Zdroj: [15]

Regulační obvod se skládá z prvků:

- regulačního okruhu – vozidlo, brzdy, kola, pneumatiky a vozovka;
- rušivé veličiny – stav brzd, pneumatik nebo zatížení vozidla;
- regulátor – snímač otáček a řídicí jednotka;
- nastavovací veličiny – velikost brzdného tlaku;
- ovládací veličina – brzdový pedál.

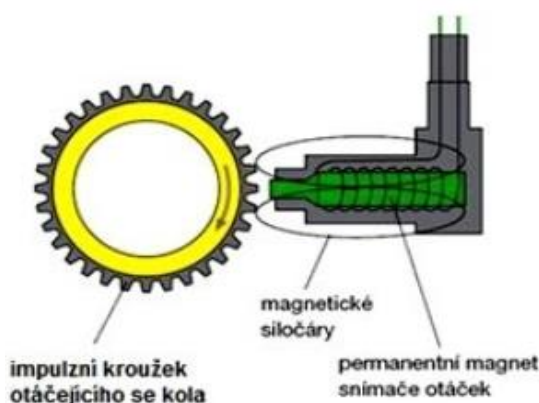
Řídicí jednotka vypočítává díky snímačům signály od otáček jednotlivých kol a pomocí nich dokáže rozpoznat zpomalení nebo zrychlení každého kola. Snímače jsou umístěny na obou předních kolech (na otočném čepu) a na pastorku zadní nápravy

(třísnímačový systém) nebo permanentně na všech kolech (čtyřsnímačový systém). Dříve se využívaly indukčně pracující snímače viz obrázek číslo 4, dnes se používají aktivní (Hallový) snímače otáček kol viz obrázek číslo 5, které mají rychlejší odezvu a mohou snímat otáčky už od nulové rychlosti. Jestliže řídicí jednotka dostane signál od snímačů, že došlo k zablokování kola, aktivuje v hydraulické jednotce elektromagnetické ventily na daném kole, kde ventily sníží tlak v brzdovém systému, aby kolo opět chytilo přilnavost. Umístění ventilů je zobrazeno na obrázku číslo 3. Řídicí jednotka spíná elektromagnetické ventily do tří různých stavů:

- zvýšení tlaku – stav, do kterého se nedostává žádný proud, vstupní ventil je otevřený a výstupní ventil zavřený, přičemž tlak se v brzdě může navyšovat;
- udržení tlaku – stav, kde řídicí jednotka zjistí, že je zablokované kolo, elektromagnetický ventil dostává polovinu maximálního proudu, oba ventily jsou uzavřené, tlak se nemění;
- snížení tlaku – stav, ve kterém do elektromagnetického ventilu prochází maximální proud, vstupní ventil je zavřený a výstupní ventil otevřený, tlak v brzdě kola poklesne.

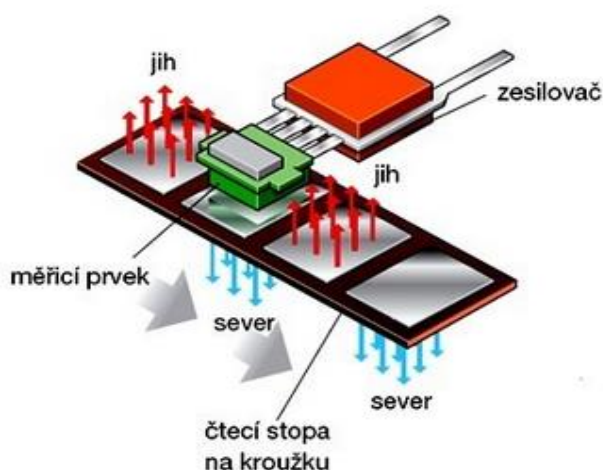
Snímače tedy snímají jednotlivé otáčky kola. Informace o otáčkách se dostanou do řídicí jednotky a pomocí elektromagnetických ventilů, které upraví tlak v brzdové soustavě, se kolo odblokuje, tím se zabrání smyku automobilu. [15]

Obr. č. 4 - Pasivní indukční snímač otáček



Zdroj: <http://net-auto.cz/moodle/mod/resource/view.php?id=121>- abs

Obr. č. 5 - Aktivní snímač otáček



Zdroj: <http://net-auto.cz/moodle/mod/resource/view.php?id=121-abs>

3.1.5 Druhy systému

První vyráběný evropský systém ABS je označován pod zkratkou 2S a právě on byl k dispozici jakožto příplatková výbava do Mercedesu-Benz třídy S (W116). Důležitým rokem pro protiblokovací systém brzd byl rok 1985, kdy se objevil Ford Scorpio, první sériově vyráběný automobil s tímto systémem. Roku 1989 firma Bosch představila světu novou generaci ABS 2E, která měla hydraulické a elektronické části zabudované do jedné součásti. S novějšími generacemi se snižovala hmotnost a počet komponentů, naopak kapacita paměti narůstala. O další 4 roky byla vynalezena třetí generace s označením 5.0, dále pak 5.3 a dnešní generaci ABS patří označení 8.0. Tato generace se pyšní pouhými 1,6 kg a 128 kB. [16]

3.2 ASR

3.2.1 Historie systému

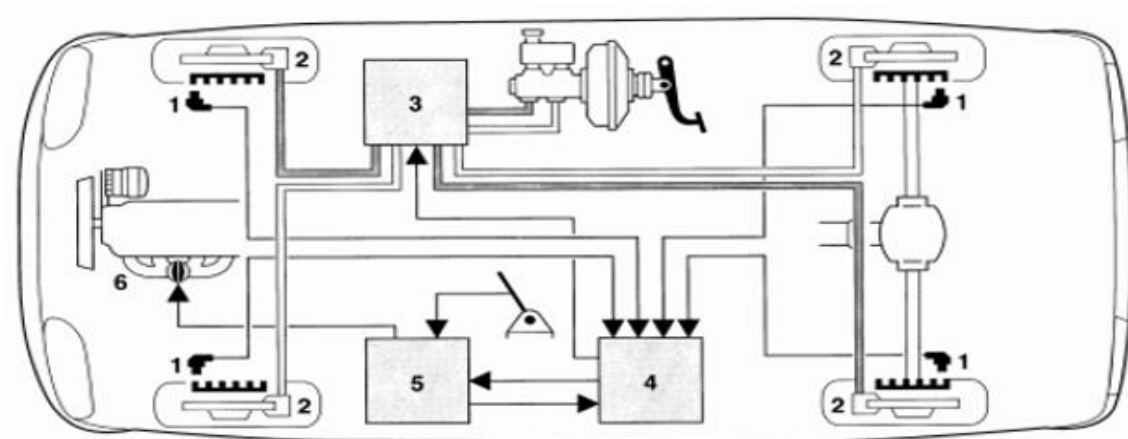
Systém ASR (Ant-Slip Regulation) je jeden z mnoha elektronických asistenčních systémů, který výrazně přispívá k bezpečné jízdě vozidla. ASR neboli protiprokluzový systém kol byl poprvé uveden pod názvem MaxTrac, který pracoval na principu zaznamenávání prokluzu kol a následného snížení výkonu motoru. Tento elektronický systém byl uveden americkou firmou Buick v roce 1971, nebyl však úplně dokonalý. Další obdobný vynález byl zaznamenán od společnosti Cadillac roku 1979 pod názvem Traction Monitoring System. Roku 1986 byl vynalezen finální protiprokluzový systém ASR, který se stal rozšířením systému ABS. [17]

3.2.2 Funkce a vlastnosti systému

ASR systém se stará o to, aby nedocházelo při rozjezdu a v průběhu jízdy k prokluzování hnacích kol a tím zároveň nedocházelo ke ztrátě jízdní stability. Tento systém je nejvíce zapotřebí při akceleraci, bez jeho přítomnosti by se automobil mohl stát neovladatelným a tím pádem i nebezpečným. Situace kde protiprokluzový systém kol nejvíce pomáhá, jsou povrchy s náledím na jedné nebo obou stranách vozidla. Dále také jízda do kopce, při níž se může automobil díky ztrátě boční vodící síly mezi pneumatikou a vozovkou stát neovladatelným. Pokud se řidiči stane jedna z vypsanych situací a automobil není vybaven ASR, může dojít k vyššímu opotřebení pneumatik, diferenciálu a především ke ztrátě kontroly nad vozidlem. V tu chvíli dochází také k vyšší spotřebě paliva, neboť automobil prokluzuje koly s větším hnaným momentem, protože ztratil přilnavost k vozovce. [14], [15]

Cílem systému ASR je přibrzdit dané prokluzované kolo tak, aby se automobil stal opět ovladatelným a bezpečným. Docílit tím u zážehového motoru lze ubráním hnacího momentu prostřednictvím změny okamžiku zážehu (předstihu), omezením vstřikovaného benzínu nebo změnou úhlu natočení škrtkic klapky či přibrzděním prokluzovaného kola viz obrázek číslo 7. U vznětového motoru se zmenšení točivého momentu zpravidla uskutečňuje snížením vstřikování směsi do válce nebo přibrzděním jednotlivých kol. Všechny příkazy jdou přes řídicí jednotku. Funkce ASR využívá komponenty ABS viz obrázek číslo 6, jediný rozdíl mezi těmito systémy je softwarová úprava řídicí jednotky. [14], [15]

Obr. č. 6 - Regulace ASR



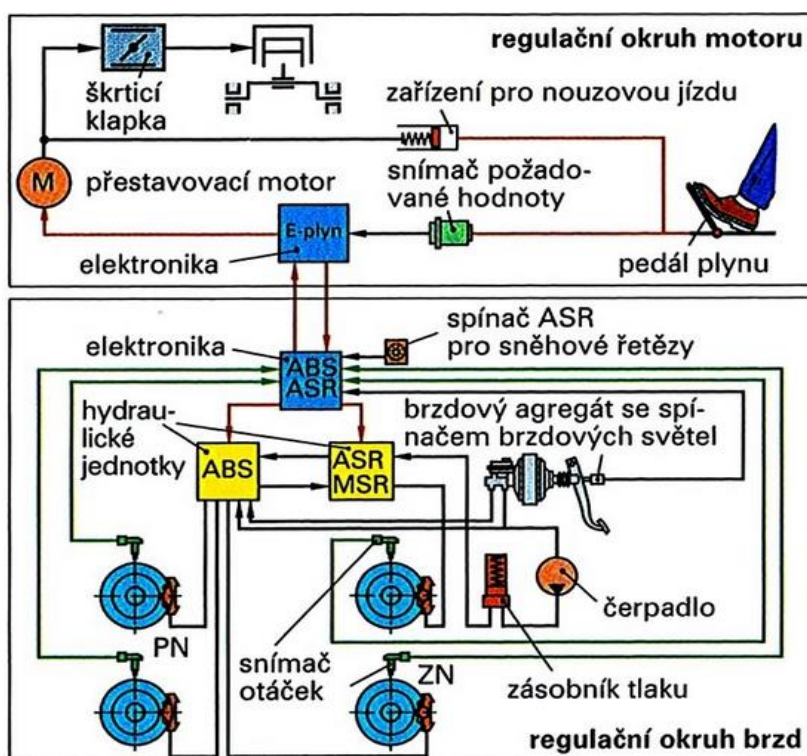
1 – snímače otáček, 2 – brzdy kol, 3 – hydraulická jednotka ABS/ASR, 4 – řídicí jednotka ABS/ASR, 5 – řídicí jednotka Motronic, 6 – škrtkic klapka

Zdroj: [14]

3.2.3 Činnost systému

ASR neustále při jízdě sleduje otáčky jednotlivých kol a přes stanovené mezní hodnoty v řídicí jednotce zamezuje prokluzu kol. Pokud nějaký senzor zaznamená protočení kola při rychlosti vozu do 40 km/h, zasáhne systém z pravidla jen přibrzděním protáčeného kola pomocí brzd vozidla. Jestli bude rychlost vozu převyšovat 40 km/h, řídicí jednotka dá příkaz ke snížení točivého momentu motoru. [18]

Obr. č. 7 - Regulace ASR se zásahem motoru a brzd



Zdroj: <http://net-auto.cz/moodle/mod/resource/view.php?id=140>

3.2.4 Funkce spojené se systémem ASR

3.2.4.1 EGAS

Aby protiprokluzový systém mohl správně fungovat, musí být v automobilech místo mechanického pedálu umístěn elektronický akcelérátor neboli EGAS. Název mechanický pedál znamená, že u zážehového motoru je pedál akcelérátoru mechanicky propojen se škrticí klapkou například lankem. Zatímco u elektronického akcelérátoru jdou povely přes snímač sešlápnutí pedálu (potenciometru) do řídicí jednotky, která může ubrat výkon motoru bez ohledu na sešlápnutí pedálu akcelérátoru řidičem. Díky tomu může systém ASR nezávisle přibrzďovat kola automobilu. [14]

3.2.4.2 MSR

K systému ASR je z důvodu lepší ovladatelnosti vozidla přidávána regulace brzdného momentu motoru MSR. Jak už z názvu vyplývá, MSR se stará o brzdný moment motoru, který nastává při podřazování či okamžitého uvolnění akcelérátoru při jízdě na kluzké vozovce. Tento systém má za úkol zvýšit točivý moment motoru právě ve stavu, když auto brzdí motorem. Důvod je zřejmý, automobil při podřazování vyvíjí brzdnou energii, která je přenášena přes kola na vozovku. Jestliže by v průběhu jízdy začala díky brzdnému momentu motoru kola prokluzovat, byla by ohrožena ovladatelnost vozidla. Právě kvůli tomuto efektu byl vynalezen systém MSR, který dokáže v takovýchto situacích zvýšit točivý moment motoru, aby nedošlo k prokluzu kol automobilu. [15]

3.2.5 Druhy systému

U jednotlivých druhů systému ASR záleží, zda se jedná o zážehový nebo vznětový motor nebo jestli se jedná o zásah systému pomocí brzd, natočení škrticí klapky, či změny dávky vstřikovaného paliva. Prvním druhem generace je ASR 2 DKB, který pracuje na platformě ABS 2S a ve své funkci využívá ovládání výkonu motoru a přibrzdování hnacích kol. Další variantou je ASR 2 DKZ/MSR, který na rozdíl od systému DKB neumí přibrzdovat kola automobilu, nicméně schopnost ovládání výkonu motoru přetrvává. Hlavní výhodou DKZ je přítomnost systému MSR. Následující je generace ASR 5, která je založená na systému ABS 5.0. Umožňuje stejně jako DKB regulovat výkon motoru a přibrzdovat hnací kola. Funkce přibrzdovaných kol výrazně napomáhá stabilitě vozidla a reguluje skluz kola. Nejnovější generací je ASR 8.0. Všechny z vyjmenovaných druhů systému ASR pocházejí od firmy Bosch, která je celosvětově známá pro své výrobky a komponenty dodávané nejen do osobních automobilů. [14], [15]

3.3 ESP

3.3.1 Historie

Příchod systému ESP byl velice důležitý pro bezpečnost na silnicích. Prvním automobilem, do kterého byla možnost získat tento systém, byl Mercedes-Benz třídy E z roku 1995. Automobilka z počátku dávala ESP jen do vyšších modelových řad, neboť se jednalo o drahý systém. Roku 1997 byl ve Švédsku uskutečněn losí test s Mercedesem třídy A, při kterém se automobil bez ESP převrátil na střechu, což vyvolalo rozpaky ohledně bezpečnosti

tohoto vozu. Ve společnosti Mercedes-Benz učinili rozhodnutí, že i nižší třídy vozů této společnosti budou vybaveny systémem ESP. [19]

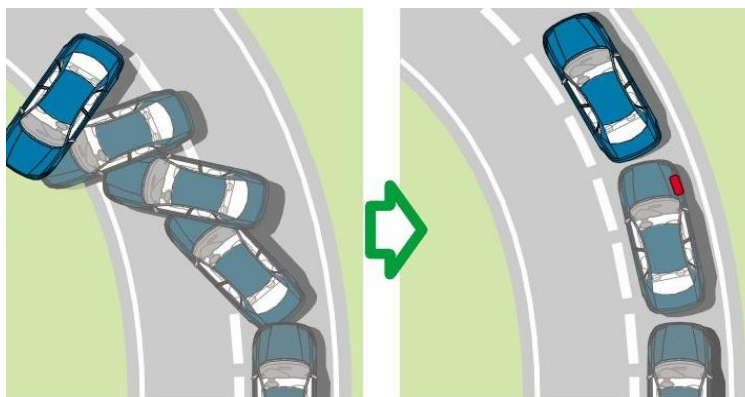
3.3.2 Informace o ESP

Označení ESP (Electronic Stability Program) v překladu znamená elektronický stabilizační systém neboli regulace jízdní dynamiky. Od 1. 11. 2014 podle webové stránky Auto.cz musí být systém ESP zahrnut v povinné výbavě všech automobilů a dodávek do 3,5 tuny prodaných na území Evropské unie.

3.3.3 Funkce a vlastnosti systému

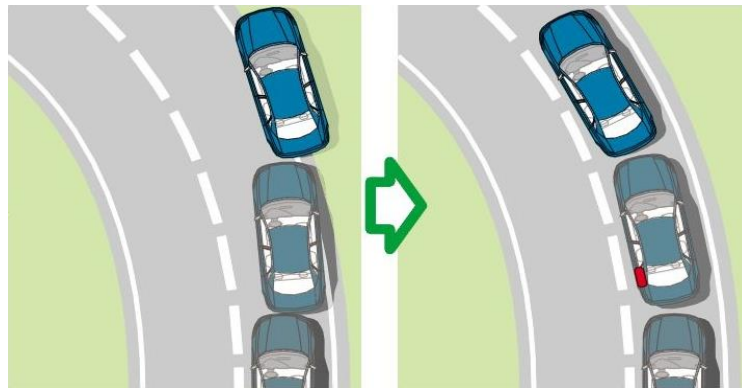
ESP je dalším softwarovým rozšířením systému ABS a ASR. Navíc však obsahuje více snímačů a akčních členů. Systém ESP se stará o kontrolovanou a stabilní jízdu automobilu za všech podmínek. Má předcházet kritickým situacím a tím snižovat náročnost na ovladatelnost vozidla. Zároveň by měl pomáhat řidiči nejen při jízdě, ale i při brzdění a zrychlování. Jeho hlavním úkolem je tedy držet automobil ve stabilní jízdě, aby nedocházelo ke smyku. Kdyby byly ovšem překročeny fyzikální zákony, rozdělujeme smyk na dva případy. Smyk může nastat buď přetáčivý, kdy zadní náprava automobilu začíná předbíhat přední nápravu, viz obrázek číslo 8. V tomto případě systém ESP funguje tak, že zabrzdí vždy vnější přední kolo na straně zatáčky. Využívá tedy brzdy jednotlivých kol k odstranění smyku. Nebo může nastat smyk nedotáčivý, ten zpravidla vzniká v menších rychlostech oproti smyku přetáčivému, viz obrázek číslo 9. V tomto případě se začne přibrzďovat vždy zadní kolo na vnitřní straně zatáčky. Může nastat mnoho krizových situací, kde ESP může využít brzdy kol nebo také ovlivnit točivý moment motoru. [14], [15]

Obr. č. 8 - Přetáčivý smyk



Zdroj: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>

Obr. č. 9 - Nedotáčivý smyk

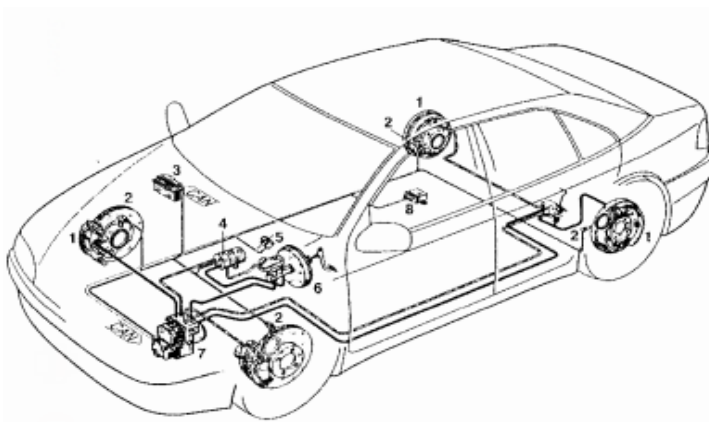


Zdroj: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>

3.3.4 Činnost

System ESP se od svých „předchůdců“ liší významným vylepšením, neboť dokáže kontrolovat skluz pneumatiky i v příčném směru, zatímco ABS a ASR jen v podélném. Pokud snímače kol zjistí, že došlo ke kritickému stavu, systém samočinně zvýší tlak v brzdové soustavě, čímž přibrzdí určité kolo nebo upraví točivý moment motoru v závislosti na jízdních podmínkách. Tím se zajistí stabilní jízda bez ztráty kontroly nad vozidlem. ESP obsahuje mikroprocesor, který sleduje signály od snímačů, které kontrolují v průběhu jízdy více veličin, například stáčivou rychlost, boční zrychlení, podélnou a příčnou rychlost vozidla a další. Aby systém správně fungoval, musí být řidič neustále v pozoru a dávat pokyny přes volant automobilu, tím tak měnit směr jízdy. Mezi požadavky řidiče, se kterými systém ESP pracuje, patří úhel natočení volantu, točivý moment motoru a tlak brzdového systému. Na obrázku číslo 10 je znázorněné schéma a umístění prvků systému ESP. [11], [15]

Obr. č. 10 - Regulační systém ESP



Regulační systém ESP (Bosch) - umístění prvků:

- 1 - brzdy;
- 2 - snímače otáček;
- 3 - řídicí jednotka;
- 4 - nastavovač škrtecí klapky;
- 5 - předřazené čerpadlo se snímačem neregulovaného brzdového tlaku;
- 6 - snímač úhlu natočení volantu;
- 7 - posilovač brzdového účinku s hlavním válcem;
- 8 - hydraulická jednotka ABS;
- 9 - snímač stáčivé rychlosti se snímačem bočního zrychlení

Zdroj: [11]

3.3.5 Funkce spojené s ESP

3.3.5.1 SCM

Secondary Collision Mitigation je funkce, která pracuje na základě ESP. Byla vytvořena společností Bosch a má za úkol zmírňovat následky dopravní nehody. U mnohých nehod se stává, že automobil narazí do objektu, od kterého je vymrštěn a následně střetnut s dalším objektem. Právě tento druhý náraz má minimalizovat systém SCM, který jak už z názvu plyne, slouží k zabrzdění automobilu po prvním náraze, při kterém se spustí airbasy. Systém po kolizi ihned aktivuje ESP automobilu, které co nejrychleji zabrzdí vůz, aby nedošlo k další nehodě. VW Golf VII tuto funkci nabízí v příplatkové výbavě. [20]

3.3.5.2 EPCD

Následující funkce spojená s ESP se značí Early Pole Crash Detection. Systém EPCD slouží při nebezpečných situacích, do kterých se může dostat každý automobil. Jestliže řídicí jednotka ESP rozpozná přes otáčky kol příčný pohyb automobilu (smyk), dokáže vůz předpřipravit postranní airbasy na případný náraz. V případě opravdového nárazu může tento systém o něco dříve spustit postranní airbasy a zabránit tak poranění řidiče či spolujezdců. [20]

3.3.6 Doplňkové funkce ESP

Vedle systémů SCM a EPCD nabízí elektronický stabilizační systém rozšíření i o další doplňkové funkce jako jsou:

- Hill Hold Control – zabezpečuje automobil, aby při rozjezdu do kopce zbytečně necouvl. Řidič má tak čas přendat nohu z brzdového na plynový pedál bez nechtěného couvnutí vozu.
- Load Adaptive Control – slouží při proměnných hmotnostech automobilu souvisejících s hmotností a umístěním nákladu. Tento systém dokáže na základě změny hmotnosti přizpůsobit chování ABS, ASR a ESP resp. upraví zásahy do řízení, aby byl automobil nadále bezpečně ovladatelný.
- Roll Over Mitigation – u užitkových či automobilů s vyšší výškou je větší riziko převrácení při průjezdu prudkou zatáčkou. Právě proto byl vynalezen ROM, který zmírňuje hrozbu převrácení vozu.

- Pressure Monitoring System – sleduje tlak v pneumatikách. Pracuje na základě výpočtu jednotlivých otáček kol. Pokud kolo nemá dostatečný tlak, otáčí se vyšší rychlostí.
- Trailer Sway Mitigation – zmírňuje neočekávané pohyby taženého přívěsu. [21]

3.4 BAS

Dalším z důležitých systémů, které spadají do aktivní bezpečnosti je Brake Assist System. Brzdový asistent slouží k minimalizaci brzdné dráhy při tzv. panickém brzdění. Je velice důležitý, neboť spousta nezkušených řidičů v krizových situacích nedostatečně stlačí brzdový pedál tak, aby využili největší možný brzdný účinek. Systém funguje tak, že snímač přes řídicí jednotku rozpozná ze síly a rychlosti stlačení brzdového pedálu, zda se jedná o nouzové brzdění a dokáže tak zvýšit tlak v brzdovém potrubí, aby bylo dosaženo maximálního brzdění. Ve stejný moment je sepnuté i ABS, bez kterého by tento systém byl nebezpečný, neboť by mohlo dojít k zablokování kol. Řidič tedy pro maximální brzdný účinek nemusí stlačit brzdový pedál až do koncové pozice. Je dokázané, že s brzdovým asistentem je brzdná dráha automobilu o 15 až 20 % kratší. BAS se zároveň nabízí jako elektrický, mechanický či hydraulický. Jednotlivé typy se ovšem liší jen způsobem snímání signálů. U dnešních automobilů bývá nouzové brzdění doprovázeno výstražnými světly. [15]

3.5 Systémy automatického nouzového brzdění

Systémy s automatickým brzděním se u každé automobilky mohou označovat pod jiným názvem, to může být zmatečné, nicméně všechny funkce pracují na stejném či podobném principu. Například Collision Avoidance CA, Reduce Stopping Distance RSD, Automatic Emergency Breaking AEB atd.

3.5.1 Brzdový asistent PLUS

Značka Mercedes-Benz používá označení BAS PLUS pro systém, jehož cílem je zabránit či minimalizovat následky dopravní nehody v kritické situaci nebo v důsledku nepozornosti řidiče. Jedná se o rozšířenou funkci brzdového asistenta, která monitoruje v průběhu jízdy okolní vozidla, předměty vyskytující se v přímém směru jízdy automobilu. Systém sleduje a vypočítává přes radarová čidla vzdálenost a relativní rychlost mezi dvěma vozy. Pokud se automobil vybavený asistentem BAS PLUS nebezpečně přibližuje k automobilu před ním, informuje řidiče zvuková výstraha, že se dostal do velice blízké vzdálenosti a musí začít brzdit. Jakmile řidič uposlechne varovný signál a okamžitě sešlápne

brzdový pedál, asistent se postará o potřebný brzdící účinek v závislosti na situaci bez ohledu na velikost sešlápnutého brzdového pedálu. Jakmile předmět zmizí z dohledu radarových snímačů nebo řidič povolí brzdový pedál, brzdový asistent BAS PLUS přestane být aktivní. Systém dokáže zareagovat i v případě stojících předmětů. [15], [22]

3.5.2 PRE-SAFE

BAS PLUS systém je kombinován s funkcí PRE-SAFE, což je funkce ochraňující cestující před dopravní nehodou. Díky této funkci se při krizové situaci, jako je například nouzové brzdění, automaticky uzavřou všechna dveřní okna, přitáhnou se bezpečnostní pásy nebo se vyztuží sedadla s posunutím aktivní opěrky hlavy k preventivní ochraně cestujících. [15]

3.5.2.1 Růžový štít

Automobilka Mercedes-Benz přišla s novinkou, která má chránit často opomíjenou ochranu sluchu při dopravní nehodě. Velikost nárazu totiž často převyšuje 100 decibelů a sluch cestujících tak může být poškozen (prasknutí bubínku). Systém v případě nevyhnutelné nehody spustí do interiéru tzv. růžový tón o síle 80 decibelů a připraví tak ucho posádky na obrovský hluk z nárazu. Sluch je tak méně ohrožen, neboť se už před nehodou stáhne Stapedieuv sval, který napne ušní bubínek. Tato funkce je nabízena v kombinaci s PRE-SAFE. [23]

3.6 **Systémy automatického (autonomního) brzdění**

Systémy automatického brzdění se v poslední době čím dál tím víc rozvíjejí a jejich popularita neustále roste. Je jen otázka času, kdy Evropská unie zavede tyto systémy do povinné výbavy všech nových vozů. Automobily by měly s automatickým brzděním samy nezávisle na řidiči zastavit v případě vozidla, chodce či předmětu vyskytujícího se ve směru jízdy vozidla. Nicméně ne všechny automobily disponující automatickým brzděním dokážou vždy správně reagovat. Při testování těchto systémů společností „Auto-motor-und-sport“ prošel jen jeden systém ze šesti. Vítězem byl systém EyeSight od Subaru, který jako jediný dokázal včas zastavit před procházejícím chodcem. [24]

3.6.1 EyeSight

Vybraný systém od Subaru se dá považovat za jeden z nejpropracovanějších, který se v dnešních dnech dodává do osobních automobilů. Hlavním důvodem může být fakt, že

EyeSight používá dvě kamery, které umí vytvořit třírozměrný obraz. Konkurenční automobilky však používají kombinaci kamery a radaru. Hlavní nevýhodou systémů s radarem může být problém při rozpoznání nekovových předmětů. Radary totiž dokážou rozpoznat jen ocelové předměty (zadní části aut), zatímco EyeSight dokáže navíc zastavit i před chodcem. Kamery jsou umístěny z druhé strany zpětného zrcátka tak, aby měly co nejlepší pozici na monitorování, viz obrázek číslo 11. Konkurenční automobilky tyto kamery/radary umisťují do nárazníku či znaku automobilu, což v případě nehody může ohrozit jejich funkčnost a oprava tak může být nákladná. Další výhodou umístění kamer na horní stranu čelního skla je vyšší odolnost oproti zašpinění zorného pole kamer, což je velice důležité pro jejich správnou funkčnost. [25]

Obr. č. 11 - Kamery systému Eyesight



Zdroj: <http://www.automobilemag.com/news/subaru-confirms-updated-eyesight-for-2015-models/>

System EyeSight umí včetně automatického brzdění do 55 km/h i rozeznávat jízdní pruhy, číst dopravní značky, upozornit na rozjezd vozidla před řidičem a obsahuje také adaptivní tempomat. [26]

3.7 Moderní prvky aktivní bezpečnosti

3.7.1 Adaptive Cruise Control

ACC je označení pro tempomat s rozšířenými funkcemi. Dříve se dodával jen do automobilů vyšších tříd, dnes i do nižších. Adaptivní tempomat slouží jako normální tempomat na udržování řidičem navolené rychlosti. Kromě této funkce navíc neustále sleduje

vozidlo pohybující se přímo před automobilem a podle něho uzpůsobuje rychlost a bezpečnou vzdálenost. Tento systém má největší výhody na dálnicích, kde se dosahuje vyšších rychlostí. Řidič si včetně zvolené rychlosti může navolit, jakou vyžaduje vzdálenost mezi jedoucimi vozy. ACC používá 77 GHz radar nebo kamery ke sledování objektů před daným automobilem do vzdálenosti 100 metrů a úhlem +/- 4°. Pokud před automobilem není žádný objekt, tempomat udržuje předvolenou rychlost. ACC tempomat poskytuje větší bezpečnost a komfort jízdy nejen na dálnicích. Systém nemusí fungovat na všech silnicích a při špatném počasí. ACC je všeobecné označení, které se především používá u koncernových vozů značky VW. U Mercedesu-Benz se například tato funkce označuje DISTRONIC PLUS. [2]

3.7.2 Lane assistant

Neboli Lane Keeping Support, označení těchto systémů u jednotlivých automobilek je opět odlišné. Účel ale zůstává stejný. Jedná se o systém, který pomocí kamer snímá prostor před automobilem a dává pozor na neúmyslné vybočení z jízdního pruhu. Pokud se vůz přiblíží k přerušované či plné jízdní čáře, kamery detekují přiblížení a vyšlou signál, který se objeví ve formě varovného oznámení na palubní desce nebo vibrací ve volant. Pokud řidič na signál nezareaguje automobil je schopný aktivním zásahem do řízení udržet vozidlo v daném jízdním pruhu. Systém je funkční od cca 65 km/h a s jeho vlastnostmi je dobrým společníkem při dlouhých cestách na silnicích s vyšší povolenou rychlostí. [27]

3.7.3 Speed Alert System

V překladu systém hlídající maximální povolenou rychlost automobilu na dopravních komunikacích. Tento systém byl vynalezen z důvodu tragických dopravních nehod vznikajících překročením maximální povolené rychlosti. Ke snížení této nehodovosti je tu systém na tzv. čtení dopravních značek. Funguje na principu kamerového snímání, které se používá například u výše popsaného monitorování jízdního pruhu. Má za úkol přečíst dopravní značku a tím informovat řidiče o povolené rychlosti na silnici, kde se právě vyskytuje. Rychlost se zobrazuje na palubním počítači neboli Maxidotu. Nicméně způsob kamerového snímání dopravních značek není stoprocentní a často může řidiče spíše zmást než mu pomoci. Problém může také nastat, když povolená rychlost končí křižovatkou, systém tak může například ukazovat pořád maximální rychlost 50 km/h, ale přitom už silnice umožňuje vyšší rychlost. Spolehlivější řešení je získávat informace o maximální povolené rychlosti pomocí GPS navigace. Avšak nejlépe, když tyto dvě funkce mohou spolu spolupracovat.

Typy těchto systémů jsou teprve v rozvoji a na jejich stoprocentní spolehlivost si musíme ještě počkat. [28]. [29]

3.7.4 Blind Spot Information System

BLIS je označení pro systém sledování mrtvého úhlu, který se používá u značek Ford a Volvo. Systém slouží k detekci vozidel nacházejících se v tzv. mrtvém úhlu vozidla, neboli v místě, ve kterém řidič nemusí vidět projíždějící automobil. Radary snímají oblast tvořící prostor od zpětného zrcátka až cca 4 metry za vozidlem. Nejčastěji jsou umístěny v zadním nárazníku vozu, výjimkou však není ani umístění pod zpětnými zrcátky. Systém začíná být funkční od 8 km/h a má na starost v případě nacházejícího se automobilu v mrtvém úhlu zapnout oranžovou kontrolku umístěnou na zpětném zrcátku tak, aby řidič včas věděl, že se vedle něj vyskytuje automobil. Jestliže řidič přehlídne svítící varovnou kontrolku a bude chtít změnit směr, kontrolka se ostře rozbliká při spuštění směrového blinkru. Tímto systémem se může zabránit většině zbytečných dopravních nehod a měl by být nabízen jako standart ve všech automobilech. Snímače radarů mají však i své slabé stránky, funkčnost totiž záleží na čistotě senzorů, ovlivnit je může prach, bahno, déšť či sníh. Záleží tak na konstruktérech, jak šikovně umístit radary. Jedno z nejlepších umístění je na zadním nárazníku, BLIS totiž v tomto případě může fungovat i jako pomocník při vyjíždění z příčně orientovaného parkoviště a poskytovat tak řidiči informace, zda může bezpečně vycouvat na silnici. Princip opět funguje na rozsvěcení oranžové kontrolky na zpětných zrcátkách. [30]

3.7.5 Head-up display

Vznikl podobně jako hodně významných vynálezů, a to „díky válce“. Tento „display“ byl vyvinut pro stíhačky na zaměřování při střílení. Jako první automobil, který se mohl chlubit Head-up displejem, byl Oldsmobile Cutlass Supreme z roku 1988. Nyní HUD bývá nabízen spíše u dražších modelů automobilek a to převážně jakožto příplatková výbava. Jedná se o zobrazování důležitých informací do zorného pole řidiče. Při řízení tak řidič nemusí strhávat pozornost mimo vozovku, neboť všechny důležité informace jako: maximální povolená rychlost, aktuální rychlost, navigace, otáčky motoru či nastavená vzdálenost mezi vozy u adaptivního tempomatu se zobrazují ve formě holografického promítání přímo před řidiče. Informace se ve skutečnosti promítají díky LCD displeji a systému zrcadel v palubní desce na čelní sklo, ve kterém je navíc polopropustné zrcadlo. Tento princip zobrazování se používá například u BMW, na druhé straně jde toto řešení vyřešit levnější a lehčí cestou. Francouzská značka Peugeot používá k projekci svého systému rovinné sklíčko

z polykarbonátu, které po nastartování vozu automaticky vyjede z palubní desky. Všechny Head-up displeje disponují možností nastavení rozměrů a umístění zobrazovaných informací tak, aby při čtení vyhovovaly každému řidiči a zaručovaly bezpečnější jízdu. [11],[31]

3.7.6 Headlights – Světlomety

Světlomety automobilu zásadním způsobem ovlivňují bezpečnost na silnicích v noci i za denního světla. Povinnost celodenního svícení platí téměř po celé Evropě až na pár výjimek. Z důvodu povinnosti svícení i přes den bylo zavedeno tzv. denní svícení, a to nejčastěji pás diod umístěných u předních světel s dostatečným svitem, aby bylo auto dobře viditelné. Diody však nesmí ovlivnit viditelnost směrových světel, proto musí například při sepnutí levého blinkru poklesnout svítivost levého světla denního svícení. Při pohybu automobilu bez osvětlení nemusí člověk na první pohled poznat, zdali je automobil v klidu nebo v pohybu, což může být nebezpečné. Za tmy potom záleží, jakým druhem zdroje světla je daný automobil vybaven. Existuje jich hned několik – halogenová výbojka, xenonová výbojka, LED dioda nebo laserový světlomet. Světlomety se dále rozdělují na – tlumené světlo, dálkové světlo, obrysové světlo, světlomet do mlhy nebo zpětný světlomet, přičemž při navrhování světlometů se musejí konstruktéři držet předem stanovených předpisů, o kterých rozhoduje Evropská hospodářská komise. Předpisy určují jak má světlomet vypadat a fungovat. [32]

3.7.7 Rozdělení druhů světlometů podle typu zdroje světla

3.7.7.1 Halogenové světlomety

Jedná se o nejrozšířenější světlomety u automobilů na celém světě. Jejich výbojky jsou naplněné halogenem, jodem nebo bromem, kde díky rozžhaveným vláknům mezi elektrodami vzniká světlo. To je nadále odráženo od paraboly, čímž vzniká potřebný světelný efekt. Halogenové výbojky do osobních aut se nejčastěji rozdělují podle označení H4 nebo H7. Výbojka H4 obsahuje dvě vlákna, přičemž jedno je na tlumené a druhé je na dálkové světlo. H7 mezitím obsahuje pouze jedno vlákno pro tlumená světla, pro dálková světla je nutné použít druhou výbojku. Halogenové výbojky se chlubí lehčí výměnou a nízkou cenou. Mezi nevýhody se řadí především větší příkon a nižší světelný výkon oproti konkurenci. [33]. [34]

3.7.7.2 Xenonové světlomety

Oproti halogenovým světlometům vytvářejí daleko lepší dosvit světla a mají přibližně 6x delší životnost (až 3000 hodin). Princip vytváření světla spočívá na dvou elektrodách, které

ve skleněné baňce plněné xenonem vytvářejí elektrický oblouk. Je-li automobil vybaven xenonovými světly, je nutné, aby disponoval také ostřikovači světlometů s automatickým výškovým nastavením. Název bixenony je označením pro xenonové výbojky s možností spuštění dálkových světel pomocí pohyblivé clony umístěné v čočce světlometu, zatímco xenony musí navíc obsahovat halogenovou žárovku na dálkové světlo. Mezi výhody xenonových světlometů patří nízký příkon a dlouhá životnost. Na druhou stranu jsou dražší při pořízení, složité na výměnu a obsahují rtuť ve výbojce, která může být nebezpečná. [34], [35]

3.7.7.3 LED světla

V porovnání s předchozími typy světlometů je Light Emitting Diode neúčinnější. LED žárovky jsou u aut čím dál tím více oblíbenější, protože zlepšují viditelnost a mají menší spotřebu. Jedná se přitom jen o jednoduchou polovodičovou součástku. Zpočátku se montovaly do zadních světel kvůli již zmíněné dobré viditelnosti a rychlé reakční době rozzáření. Dnes se používají v automobilech i pro tlumená, dálková, mlhová či směrová světla. Jsou určeny na celou dobu životnosti vozu a jejich barva se nejvíce podobá dennímu světlu, nicméně mají vysokou pořizovací cenu. [34]

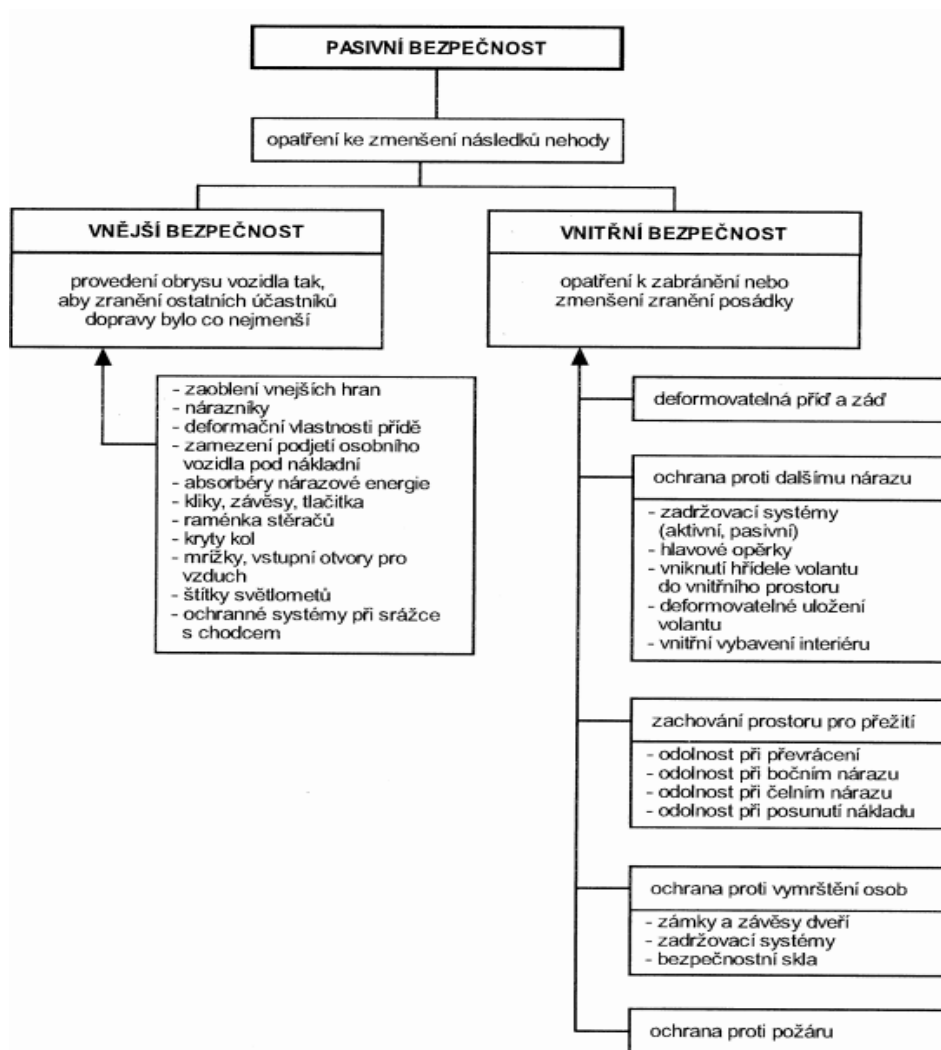
3.7.7.4 Laserové světla

Nejnovější typ světlometů, který se chlubí nejvyšším dosvitem (až 600 metrů) jsou laserové světla. Prvním automobilem vybaveným těmito světly se stal vůz BMW i8. Zatím však tuto technologii používá jen pro dálková světla. Laserové světla používají diody pracující na principu elektroluminiscence. V případě vozu i8 jsou použity tři laserové diody, které vytváří modrou barvu. Po průchodu fosforečnou destičkou je barva změněna na čistě bílou, aby co nejvíce připomínala denní světlo. Výhodami těchto světlometů je malá zástavbová plocha a dosvit jako žádné jiné světla v historii automobilů. [36]

4 Pasivní bezpečnost

Pasivní bezpečnost u automobilů slouží při dopravní nehodě k ochraně všech účastníků silničního provozu. Jedná se o souhrn konstrukčních opatření automobilů, jejichž úkolem je ochránit cestující a ostatní účastníky silničního provozu při nárazu. Jelikož bezpečnost cestujících patří mezi priority, má pasivní bezpečnost zásadní vliv při výběru nového automobilu a bývá tak často rozhodující při koupi. Na obrázku číslo 12 je znázorněna problematika pasivní bezpečnosti. [1]

Obr. č. 12 - Problematika pasivní bezpečnosti



Zdroj: [37]

Cílem konstruktérů automobilů je vyhovět představám zákazníků ohledně prvků bezpečnosti. Není však jednoduché dosáhnout těchto požadavků. Při navrhování nových vozidel se konstruktéři musí zaměřovat na bezpečnost cestujících ve vozidle a na ochranu okolních účastníků jako například cyklistů či chodců. K tomu je nezbytné pro zvyšování celkové bezpečnosti sledovat a pečlivě analyzovat dopravní nehody. Při navrhování je také důležité dbát na předpisy Evropské hospodářské komise (EHK – OSN), které nařizují, jaká by měla mít vozidla vlastnosti, aby byla homologována pro běžný provoz. Vzhledem k rivalitě automobilek jsou i přes náročná schvalování předpisů vlastnosti vozů mnohdy i na daleko vyšší úrovni než stanovují normy. Automobilky totiž vědí, že pokud přijdou s převratnou novinkou nebo zejména bezpečnějším automobilem, obrátí tím spousty zákazníků na svou stranu. [1], [37]

Cílem pasivní bezpečnosti je tedy minimalizovat následky dopravní nehody díky příslušným prvkům pasivní bezpečnosti, jako jsou airbagy, bezpečnostní pásy, deformační zóny, dětské autosedačky, hlavové opěrky, eCall a další. Jakmile dojde k nárazu, o bezpečí cestujících se starají bezpečnostní prvky. Kinetická energie vozu se při nehodě začne pohlcovat a změní se na deformaci. Samotná karoserie se dělí na prostor pro pasažéry, který se při nehodě nesmí deformovat a má za úkol spolehlivě ochránit cestující. Dále se karoserie dělí na přední a zadní deformační zóny. Při dopravní nehodě jsou velice důležité, neboť se v nich pohlcuje energie s cílem zachovat nepoškozený prostor pro cestující. [38]

Z důvodu rozsahu práce zde budou popsány airbagy, bezpečnostní pásy, předepínače bezpečnostních pásů a eCall.

Prvky pasivní bezpečnosti

4.1 eCall

eCall je označení pro tísňové volání na území Evropské unie. V případě nehody s vozidlem vybaveným systémem eCall zařízení dokáže automaticky zavolat nejbližší tísňové středisko. Jelikož při většině vážných nehod mohou cestující zůstat v bezvědomí, systém je schopný poslat tzv. Minimum Set of Data neboli minimální soubor dat o nehodě. Zpráva obsahuje informace o čase, aktuální poloze, směru jízdy, počtu cestujících a VIN kódu havarovaného vozu. Díky okamžitému vyslání zprávy v momentu nárazu má tento systém přinést rychlou a efektivní pomoc účastníkům dopravních nehod. Zaslání zprávy trvá okolo 17 sekund a poté je posádka havarovaného automobilu spojena s mezinárodní linkou 112.

První pomoc lze také zavolat i díky zmáčknutí tlačítka umístěného v horní části nad čelním sklem obvykle označovaného SOS. Tato možnost se nabízí například pro svědectví dopravní nehody nebo zdravotním problémům cestujících ve vozidle. Celý systém eCall se skládá z palubní jednotky (zaznamenávání dat), mobilního telekomunikačního zařízení a centra tísňového volání.

Dne 28. dubna 2015 hlasoval Evropský parlament ve prospěch systému eCall a podle Ministerstva dopravy ČR bude muset každý nový automobil vyroben od dubna 2018 obsahovat systém eCall v povinné výbavě. Systém má být podle Evropské komise aktivní pouze při situacích, kdy účastníci silničního provozu potřebují pomoc, nicméně není zaručeno možné odposlouchávání a zásah do osobního soukromí. [39], [40]

4.2 Zádržné systémy

Jedná se o velice důležité bezpečnostní prvky, mezi které výhradně patří bezpečnostní pásy a airbagy. Zádržné systémy se dále rozřazují na aktivní a pasivní. Mezi aktivní zádržné systémy se řadí bezpečnostní pásy, které musí cestující sám před jízdou obsluhovat. Na druhé straně pasivní zádržné systémy plní svou funkci bez obsluhy cestujícího, patří sem například airbagy. [37]

4.2.1 Bezpečnostní pás

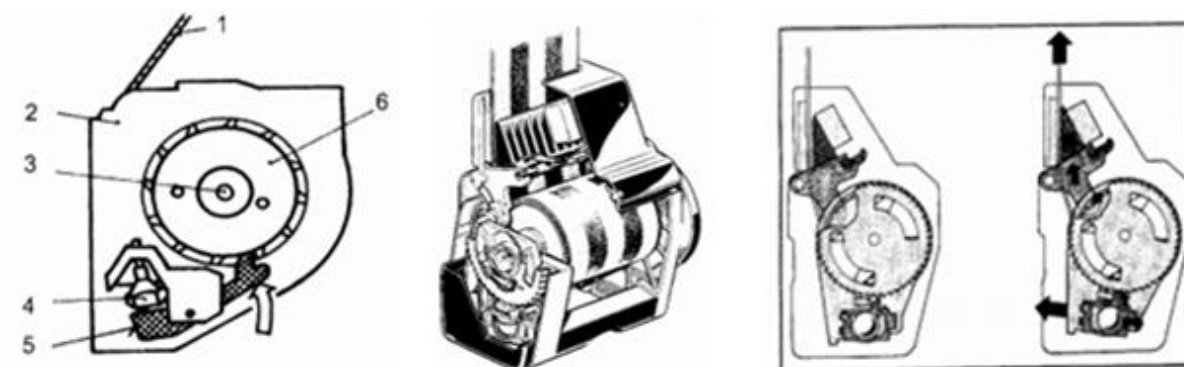
Bezpečnostní pás je označován za jeden ze základních pasivních prvků bezpečnosti dodávaných do osobních automobilů. Pás má za úkol pevně držet cestující v sedadlech, neboť při nehodě může být člověk vystaven vysokému přetížení v důsledku deformace karoserie. Bezpečnostní pás musí být také vhodně nastaven, díky pohyblivým úchytům výškového nastavení na B- a C-sloupku, aby v případě nárazu nedocházelo k absorbování síly na citlivých místech lidského těla, jako je například krk. Je důležité, aby se cestující po nárazu pohybovali se stejným zpožděním jako automobil. Avšak síly a zrychlení působící na člověka během nárazu z biomechanického hlediska nesmí překročit určité maximální hodnoty. Pokud cestující v případě nehody není připoutaný, jeho tělo se stane volně pohybující a dopadá na vnitřní části vozidla. Následky pro nepřipoutané mohou být fatální i při malých rychlostech. [2], [41]

Ze statistik vyplývá, že poranění či smrt nepřipoutaných cestujících sedících na předních místech je přibližně šest až osmkrát vyšší než u připoutaného člověka. Nutností je také poutat se na zadních sedadlech, při nehodě totiž nepřipoutaný člověk může zranit sebe i ostatní cestující uvnitř vozu. V moderních automobilech se v případě nepřipoutání ozve výstražný zvuk a objeví se kontrolka na palubní desce. Dnes jsou pásy povinné ve všech vyspělých státech světa, přičemž vůbec první zemí, která zavedla povinné používání bezpečnostních pásů, byla Austrálie. [41]

Nejpoužívanějším typem bezpečnostních pásů v osobních automobilech jsou tříbodové pásy. Důvodem je jednoduchá obsluha se solidním zajištěním všech typů postav cestujících. Konstrukční typy pásů mohou být od dvoubodového až po sedmibodový, jejich používání ale téměř vždy obsahuje tlačítkové ovládání. Čtyřbodový pás je hojně používán u závodních automobilů pro maximální držení těla ve skořepinových sedadlech. Nevýhoda tohoto řešení však spočívá ve složitějším zapínání a po utažení pásů velice omezeném pohybu řidiče.

Naproti tomu tříbodový pás je možné vytahovat a zatahovat díky samonavíjecímu zařízení. Toto zařízení také obstarává tzv. blokovací funkci. Aby pás plnil svůj účel, je blokovací funkce nutná. Blokování se docílí rychlým vytažením popruhu při nárazu vozidla díky vysunutí kyvadla. Na obrázku číslo 13 je možné vidět samonavíjecí zařízení s kyvadlem ve vychýlené poloze a blokovací západkou v zablokované poloze. [2], [37], [41]

Obr. č. 13 - Princip blokování samonavíjecího zařízení s kyvadlem



1 – pás, 2 – skříň, 3 – navíjecí hřídel, 4 – kyvadlo, 5 – blokovací západka, 6 – rohatka

Zdroj: [37]

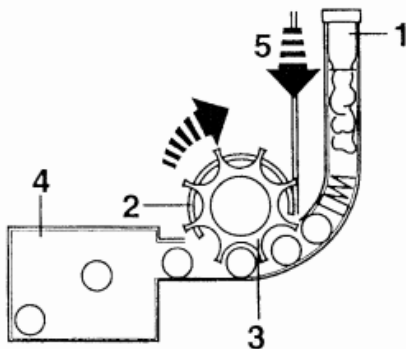
4.2.2 Předepínač bezpečnostního pásu

Ke zvýšení účinnosti bezpečnostního pásu při dopravní nehodě se používá tzv. předepínače bezpečnostního pásu. Slouží k minimalizaci dopředného pohybu cestujících připoutaných na sedadlech a zamezuje podklouznutí pod bezpečnostním pásem. Docíljuje se tím výrazným utažením bezpečnostních pásů při začátku nárazu. Existují dva typy předepínacích zařízení:

- mechanický
- pyrotechnický – s ocelovými kuličkami nebo s turbínovým kolečkem

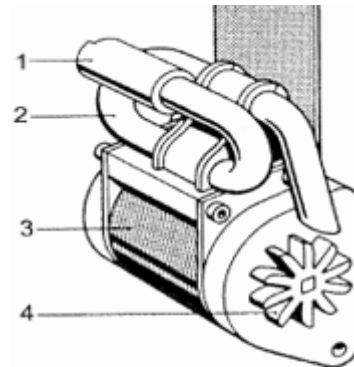
V současnosti se nejvíce používá pyrotechnický typ předepínače. Princip pyrotechnického zařízení s ocelovými kuličkami spočívá ve vypuštění expandujícího plynu, který uvede do pohybu kuličku, pomocí níž roztočí cívku a tím se navine bezpečnostní pás, viz obrázek číslo 14. Naproti tomu zařízení s turbínovým kolečkem pracuje díky patroně, ve které se vytvoří vysoký tlak. Ten tlačí naplněnou kapalinu, která se šíří trubkou přímo na lopatky turbínového kolečka, a tak napíná bezpečnostní pás, viz obrázek číslo 15. [2], [15]

Obr. č. 14 - Pyrotechnický předepínač s ocelovými kolečky



1 – plynový generátor s pyropatronou, 2 – cívka bezpečnostního pásu, 3 – ozubené kolo, 4 – zásobník ocelových kuliček, 5 – bezpečnostní pás

Obr. č. 15 - Pyrotechnický předepínač s turbínovým kolečkem



1 – plášť s hnací roznětkou, spalovací komorou a pístem, 2 – trubka, 3 – navíječ bezpečnostního pásu, 4 – oběžné kolo turbíny

Zdroj: [15]

Během nárazu nesmí síla, která utahuje bezpečnostní pás, překročit určité mezní hodnoty pro ochranu cestujících. Právě proto se používají omezovače síly jako například torzní tyčka, která se při určité velikosti síly plasticky deformuje. Tím ochrání cestující před nebezpečně vysokým utažením pásů. Více o předepínači bezpečnostního pásu viz kapitola Experiment. [2], [15]

4.2.3 Airbagy

Airbagy se řadí mezi jedny z nejdůležitějších prvků pasivní bezpečnosti. Dnes se do nově vyráběných automobilů dodávají ve standartní výbavě a mají za úkol v případě nárazu ochránit cestující před zraněním či smrtí společně s dalšími prvky pasivní bezpečnosti. Bohužel tomu tak nebylo vždy. Na konci roku 1960 byl vývoj airbagů v začátcích a metod jak rychle a bezpečně nafouknout airbag nebylo mnoho. Pyrotechnické řešení ještě nebylo hotovo, a tak pro nafouknutí látkového vaku bylo použito vlastností stlačeného plynu. Ačkoli výkonnost byla při nárazových simulacích dobrá, v reálném světě ho doprovázely vážné problémy. Hlavním vlivem byla venkovní teplota. Při vysokých teplotách rostl tlak nafouknutí airbagu, což ohrožovalo bezpečí cestujících, zatímco při nízkých teplotách byl tlak příliš nízký a bylo tak možné selhání nafouknutí airbagu. Trvalo to nějaký čas, ale s příchodem pyrotechnických prvků se stal nafukovací vak bezpečný a připravený k výrobě do automobilů. Více o historii airbagu viz kapitola Historie bezpečnosti automobilů. [2]

Existuje široká škála druhů airbagů, které se rozdělují podle ochrany cestujících v automobilu. Jednotlivé druhy se dělí na čelní řidičův, čelní spolujezdcův, boční, hlavový, kolenní, pásový, kapotový airbag atd. Z hlediska nejčastějších čelních nárazů automobilů je nejvíce důležitý čelní airbag řidiče, který je společně s inflátorem (generátor produkující plyn pro naplnění airbagu) umístěn přímo ve středu volantu a při nafouknutí tvoří tvar elipsoidu, viz obrázek číslo 16. Tento airbag slouží k ochraně hrudníku a hlavy, jejíž poranění patří k nejčastějším příčinám úmrtí u dopravních nehod. Čelní airbag je tedy nezbytně nutný pro bezpečnost řidiče při čelním nárazu. Při aktivaci airbagu se odstraní kryt a látkový vak se naplní plynem během několika milisekund. [7], [41]

Obr. č. 16 - Čelní řidičův airbag



Zdroj: https://auto.idnes.cz/sedet-spravne-za-volantem-vam-muze-zachranit-zivot-i-airbagy-ublizuji-1e9-/automoto.aspx?c=A101119_192636_automoto_hig

Dlouhou dobu byl synonymem bezpečnosti označován bezpečnostní pás. Ze simulačních testů bylo však zjištěno, že pás dokáže zachránit cestující jen do rychlosti menší jak 40 km/h. Jelikož automobily dosahovaly čím dál tím vyšších rychlostí, pro lepší ochranu cestujících přišel systém airbag. [42]

Přítomnost airbagu v automobilu zabraňuje cestujícím přímému kontaktu s tvrdými částmi vozu a zároveň spolu s bezpečnostním pásem zachraňuje lidské životy. Je dokázané, že přítomnost airbagů s bezpečnostními pásy a s jejich předepínači v automobilech přinesla výrazné zlepšení v oblasti bezpečnosti. V Evropské unii je přikázané používat bezpečnostní pásy, neboť i při malé nehodě mohou samotné airbasy nepřipoutanému člověku spíše ublížit než pomoci. Naproti tomu v některých státech USA není povinné používat bezpečnostní pásy. Právě proto se v zámoří montují větší a silnější airbasy, protože používání pásů je tam méně

časté. Podle názoru odborníků však použití bezpečnostních pásů spolu s airbagy zvyšuje šanci na přežití při dopravní nehodě. [42]

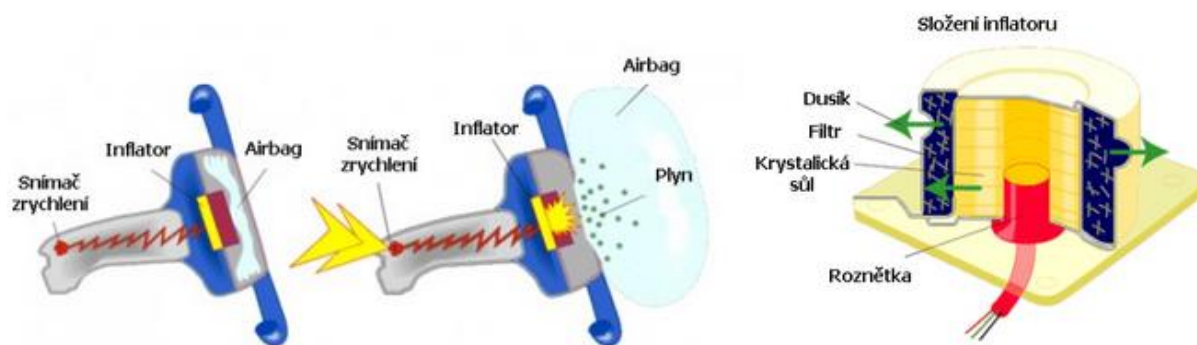
Důležitou věcí ke správné funkci airbagu vedle použití bezpečnostních pásů je správná poloha za volantem. Správný posed za volantem neovlivňuje jen dobrý výhled a pohodlí, co se týče aktivní bezpečnosti, ale ovlivňuje také bezpečnou funkci airbagu. Řidič by neměl být „nalepený“ k volantu, ale měl by při seřizování myslet na vzdálenost mezi ním a volantem. Je totiž důležité nechat místo pro případné nafouknutí airbagu. Dále by střed nastaveného volantu měl směřovat zhruba do míst řidičovy brady, aby v případě nárazu airbag ochránil hlavu a hrudník. [43]

4.2.3.1 Princip funkce airbagu

Airbag je zařízení, které při nehodě s dostatečným zrychlením vypustí látkový vak vyrobený z polyamidové tkaniny z místa volantu, přístrojové desky či nověji ze sedadla nebo dveří. Má za úkol dostatečně zpomalit dopředný pohyb cestujícího v řádu několika milisekund. Hranice vypuštění airbagu se dá srovnat s nárazem do pevné zdi o rychlosti cca 24 km/h. Mez vypuštění má svou hranici z důvodu zabránění výbuchu airbagu při malých kolizích v nízkých rychlostech. [44]

Jinými slovy, jakmile snímače (akcelerometry umístěné ve středním panelu s řídicí jednotkou) zaznamenají při srážce mezní hodnoty, pošlou informace do řídicí jednotky airbagů. Řídicí jednotka okamžitě vyhodnotí a zašle informace do potřebných airbagů neboli inflátorů, které díky elektrickému signálu zapálí roznětku s tabletami pro tvorbu napouštějícího plynu látkového vaku. Smíšením chemických prvků azidu sodného (NaN_3) a dusičnanu draselného (KNO_3) za pomoci roznětky vznikne reakce, ze které se vyprodukuje plynný dusík. Ten rázem airbag dokáže nafouknout rychleji, než člověk dokáže mrknout. Aby bylo dosaženo potřebného zpomalení cestujících, je látkový vak z druhé strany vybaven výdechy pro odchod plnicího plynu. Tento princip je využíván u čelního řidičova a spolujezdcova airbagu. Funkce a složení airbagu je zobrazeno na obrázku číslo 17. [7], [44]

Obr. č. 17 - Řez airbagem



Zdroj: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>

4.2.3.2 Průběh činnosti čelního airbagu

Časový průběh činnosti airbagu u čelního nárazu v rychlosti okolo 35 km/h. Čelní airbag řidiče by se podle norem měl plně nafouknout do maximálně 40 ms. U ostatních airbagů se časy mění zpravidla v závislosti na jejich objemu a umístění. Aby airbag poskytl dostatečnou ochranu při autonehodě, je správné načasování všech pasivních prvků bezpečnosti velmi důležité.

- 1) Řidič se nachází v normální pozici za volantem před nárazem.
- 2) 15 ms po nárazu je automobil ve stavu silného zpomalování a v tento moment je pomocí akcelerometrů zaznamenána prahová hodnota pro spuštění airbagů. Roznětka se zapálí a airbagy jsou spuštěny.
- 3) Po zhruba 30 ms se airbag rozvine, karoserie vozidla se začne deformovat a řidič se přesouvá dopředu. Spolu s airbagem je spuštěn i předepínač bezpečnostního pásu.
- 4) Ve 40 ms po nárazu je airbag plně nafouknut a řidičova kinetická energie je absorbována tímto airbagem.
- 5) Po 120 ms je řidič posunut zpět do sedadla, přičemž airbag je už téměř vypuštěn přes postranní výdechy a tím je zároveň řidiči umožněna viditelnost z vozu. [42]

4.2.3.3 Boční a hlavové airbagy

Jedná se o druhy airbagů, které mají za úkol chránit cestující při bočních nárazech automobilu. Boční a hlavové airbagy musejí být spuštěny za kratší dobu než čelní, neboť při bočním nárazu do automobilu je deformační zóna oproti čelnímu nárazu minimální. Doba nafouknutí bočních a hlavových airbagů tak musí být okolo 10 ms. Dalším rozdílem oproti

čelním airbagům je způsob nafukování. U čelních vaků jsou po stranách rozmístěny výdechy pro únik plynu z důvodu účinného zpomalení cestujícího a nafouknutí je provedeno díky pyrotechnické roznětce. Naproti tomu u bočních a hlavových airbagů je nafouknutí realizováno pomocí tlakové nádoby se stlačeným plynem (hybridní plynový generátor) a po nahuštění zůstávají airbasy v nafouknuté formě. Toto řešení je z důvodu možného převrácení vozu několikrát na každou stranu a také kvůli ochraně cestujících před rozbitým sklem. [9]

Při nárazu z boku především záleží na tuhosti a provedení karoserie. Zatímco u méně tuhých karoserií je lepší řešení použít snímače deformace (piezoelektrické) nebo zrychlení (akcelerometry) například ve dveřích, u tužší karoserie je poskytnuta lepší ochrana a stačí tak použít snímače zrychlení umístěné v podlaze vozu. Některé automobilky používají princip snímaného tlaku vzduchu v dutině uvnitř dveří. Každopádně reakční doba snímačů by měla být co nejmenší, tj. okolo 3 ms. [41]

a) Boční airbag

Boční airbag chrání oblast beder, hrudníku až k hlavě. Konstruktivní řešení má celou škálu možností a právě proto existuje spousta typů těchto airbagů. Umístění může být z boku sedačky nebo také ve sloupku karoserie. Funkce bočního airbagu je velice důležitá, neboť dokáže ochránit před poraněním trupu a hlavy. [9]

b) Hlavový airbag

Hlavové airbasy jsou v případě bočního nárazu spuštěny dohromady s bočními airbasy. Hlavové slouží k ochraně vrchní části těla a mají za úkol ochránit před nárazem hlavy do skla či sloupku karoserie. Zároveň chrání cestující před rozbitým sklem. K nafouknutí airbagu se používá plyn na bázi hélia a argonu. U některých automobilů jsou za příplatek. [9]

4.2.3.4 Vlastnosti airbagů

Velikost jednotlivých airbagů má zásadní vliv na dobu jejich nafouknutí. Jak je popsáno výše čelní řidičův airbag se dokáže plně nafouknout do 40 ms, přičemž jeho objem činí okolo 60 litrů. Spolujezdcův airbag mívá podstatně větší až 95 litrový objem a jeho rychlost nafouknutí se pohybuje do 60 ms. Boční airbasy mají objem okolo 15 litrů, přičemž jejich doba nafouknutí je 10 ms. Všechny neaktivované airbasy jsou skryty pod částmi interiéru a v případě nouze zachraňují lidské životy. [7]

Jestliže v případě nárazu s vyšší rychlostí jak 24 km/h řídicí jednotka rozpozná nadlimitní hodnotu přetížení, aktivují se pouze ty airbagy, které jsou ve směru nárazu. Směr nárazu se počítá v rozsahu cca 30° přímého směru automobilu. Systém zároveň sleduje například přes zapnutý pás, zda na sedadle spolujezdce sedí nějaká osoba. Na základě tohoto faktu je pak při čelní srážce aktivován i spolujezdců airbag. [7]

Airbagy jsou určeny pouze na jedno použití, čili po nehodě musí být vyměněny. Jejich cena je poměrně vysoká a navíc výrobci doporučují každý airbag po 15 letech vyměnit.

4.2.3.5 Airbagy Takata

Na počátku byl nápad udělat levné airbagy za účelem snížení výrobních nákladů. Jenže šetřit na prvcích bezpečnosti se může proměnit ve velký problém. Viz japonská společnost Takata, která vyrábí airbagy od roku 1988. Zásadním problémem bylo použití levného dusičnanu amonného na místo obvyklého azidu sodného. To přineslo závažný dopad. Při aktivaci airbagu totiž exploze mohla volně vymrštít části kovu do vnitřku automobilu. V souvislosti se závadou bylo hlášeno nejméně 10 mrtvých a 139 zraněných cestujících. Do servisů bylo posláno více než 50 milionů vozů a zároveň se jednalo o jednu z největších svolávacích akcí automobilů na světě. [45]. [46]

5 Experiment

V této kapitole je popsána reálná zkouška předepínače bezpečnostního pásu a čelního řídicího, spolujezdcova airbagu. Všechny zkoušky byly provedeny za dozoru vyučujících ve výukové hale Technické fakulty na ČZU.

5.1 Zkouška předepínače pásu

Jelikož předepínač pracuje jen v momentě nárazu automobilu, je téměř nemožné v běžném životě vidět jeho činnost na vlastní oči. Je velice zajímavé podrobit toto důležité bezpečnostní zařízení zkoušce. Z předepsaných hodnot by napnutí pásu mělo trvat 5 až 12 ms. I když je ve standartní výbavě většiny automobilů, většina lidí o něm nemá tušení.

Vyzkoušen byl pyrotechnický předepínač pásu z vozu značky Saab. K dokumentaci celé zkoušky sloužila kamera, která snímala 500 snímků za vteřinu. K upevnění celé konstrukce byl použit svěrák. Samonavíjecí část bezpečnostního pásu s patronou předepínače je možné vidět na levé straně snímku, na druhé straně byl pás zajištěn elastickým lankem. Za zařízením byla umístěna deska, díky které bylo možné odečítat hodnoty délky navinutí pásu.

Obr. č. 18 - Předepínač bezpečnostního pásu



Zdroj: pořízeno během testu

Pro výpočet byly použity následující vzorce:

$$v = \frac{\text{max. dráha navinutí}}{\text{čas trvání navinutí}} \text{ [m/s]} \quad (1)$$

$$t = \frac{s}{v} \text{ [m/s]} \quad (2)$$

5.1.1 Výsledek

Byly naměřeny a vypočteny dvě hodnoty. Prvním výsledkem byla hodnota 11,25 m/s, což byla průměrná rychlost navíjení pásu. Druhá hodnota byla 40 ms, tj. čas, který pás potřeboval do plného zatáhnutí. Hodnota 40 ms se na první pohled zdá příliš veliká, nicméně musíme brát v potaz možnou nepřesnost danou měřením či stáří předepínače. Každopádně předepínač fungoval a v nouzové situaci by dokázal pomoci.

5.2 Zkouška airbagů

V další zkoušce byly testovány airbasy. Všechny airbasy byly staré více než deset let z vozů značky Saab. Hlavním úkolem zkoušky bylo zjistit čas plného nafouknutí airbagů a zhodnotit, zda byly nafouknuty v předepsaném čase. Ve všech případech měření airbagů byla použita kamera snímající 500 snímků za vteřinu. Airbasy byly upevněny do svěráku a připojeny k autobaterii se spínačem, který po stisknutí zaslal signál k výbuchu. Za testovanými airbasy byla umístěna deska pro odečet hodnot potřebných pro výpočet.

Pro výpočet byly použity následující vzorce:

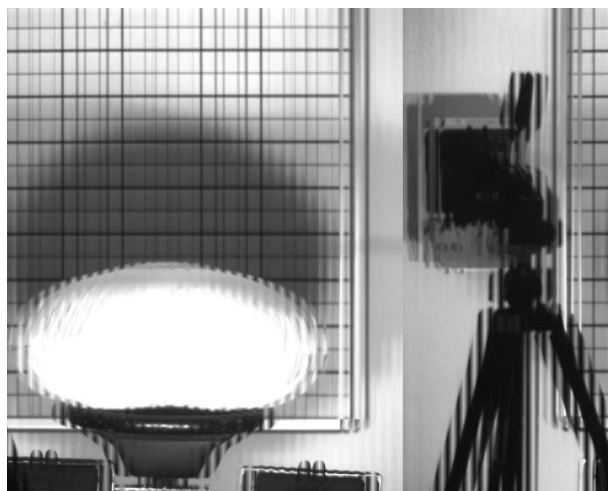
$$v = \frac{\text{max. dráha nafouknutí}}{\text{čas trvání nafouknutí}} \text{ [m/s]} \quad (3)$$

$$t = \frac{s}{v} \text{ [m/s]} \quad (4)$$

5.2.1 Čelní řidičovy airbagy

Časové hodnoty nafouknutí airbagu mohou být porovnány s kapitolou Průběh činnosti čelního airbagu, která říká, že maximální nafouknutí řidičova airbagu má být nejlépe do 40 ms.

Obr. č. 19 - Řidičův airbag ve stavu plného nafouknutí (32 ms)



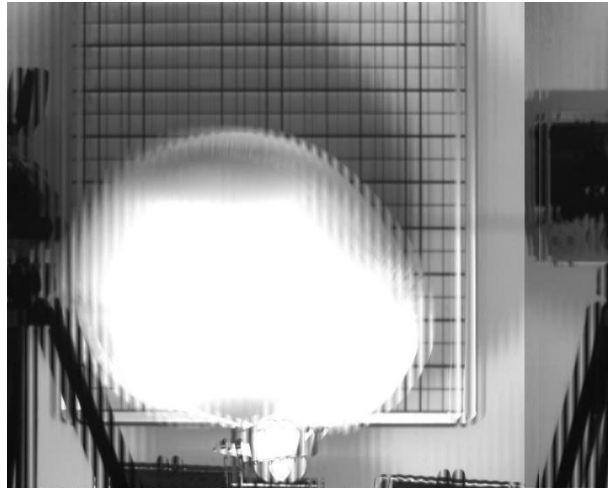
Zdroj: pořízeno během testu

Prvními vyzkoušenými byly dva čelní řidičovy airbagy. V obou případech si vedly velmi dobře, neboť první airbag dosáhl plného nafouknutí v čase 32 ms s průměrnou rychlostí 9,375 m/s. Druhý airbag se plně nafoukl při rovných 30 ms s průměrnou rychlostí 10 m/s. Výsledné hodnoty tedy byly v pořádku, protože rychlost nafouknutí byla pod hodnotou 40 ms. Airbagy by tím pádem v případě nehody poskytly potřebnou ochranu oběma řidičům.

5.2.2 Čelní spolujezdcovy airbagy

Spolujezdcův airbag má zpravidla větší objem než řidičův a kvůli tomu je jeho rychlost nafouknutí stanovena přibližně na 60 ms.

Obr. č. 20 - Spolujezdcův airbag při plném nafouknutí (34 ms)



Zdroj: pořízeno během testu

Nafouknutí spolujezdcova airbagu ze zkoušky trvalo pouhých 34 ms s průměrnou rychlostí 17,64 m/s. Tento výsledek lze též hodnotit za výborný a i spolujezdec by v případě nehody byl bezpečně ochráněn. Druhý spolujezdcův airbag se bohužel v průběhu nafukování utrhł ze svěráku a překlopil na bok, nicméně byl funkční a jeho vlastnosti se daly předpokládat za podobné.

5.2.2.1 Výsledek

Všechny vyzkoušené airbagy disponovaly výbornými vlastnostmi. Žádný z nich nevykazoval známky stáří a časy plného nafouknutí všech airbagů se pohybovaly v předepsaném intervalu. V souvislosti s aférou Takata airbags nebyly zaznamenány žádné životu ohrožující části, které by mohly ohrozit bezpečí cestujících. Měření probíhalo odečítáním z pořízených snímků pouhým okem a tak jsou výsledné hodnoty brány s rezervou.

Závěr

Aktivní a pasivní prvky bezpečnosti jsou dnes nedílnou součástí každého moderního automobilu. Všechny bezpečnostní prvky dohromady tvoří celek, který v případě nehody dokáže zabránit či zmírnit zranění cestujících a okolních účastníků silničního provozu. Bezpečnost osobních automobilů je jedna z nejdůležitějších vlastností, která z důvodu velkého zájmu zákazníků vyvolává čím dál tím větší pozornost. Právě proto se konstruktéři automobilů snaží vyvíjet stále lepší prvky aktivní a pasivní bezpečnosti.

Bakalářská práce pojednává o dvou skupinách bezpečnostních prvků rozdělujících bezpečnost vozidel z hlediska před možnou nehodou a po nehodě. První skupina zahrnuje prvky aktivní bezpečnosti a druhá pasivní.

Z hlediska aktivní bezpečnosti jsou dnes převážně vyvíjeny tzv. moderní prvky aktivní bezpečnosti, které pomalu ale jistě směřují k autonomní jízdě automobilu tzv. jízdě bez řidiče. Důvodem může být snaha automobilek vytvořit automobil co možná nejbezpečnější s co nejmenší šancí ohrožení zdraví cestujících. Dnešní systémy dokážou udržet automobil v jízdním pruhu, sledovat dopravní značky či automaticky zabrzdí v případě krizové situace. Při používání těchto prvků je ale třeba být obezřetný, neboť jen z výše uvedeného testu automatického brzdění společností „Auto-motor-und-sport“ prošel pouze jeden systém ze šesti. Moderní prvky aktivní bezpečnosti mohou řidiči poskytnout komfortnější a bezpečnější jízdu, nicméně je důležité si uvědomit, že jsou stále ve fázi vývoje a za jízdu automobilu je pořád zodpovědný řidič. Nevýhodou nově uvedených bezpečnostních systémů bývá zpravidla jejich pořizovací cena.

Pasivní prvky bezpečnosti se do automobilů dodávají už řadu let a jejich vývoj už není tak velký jako na přelomu 21. století. Mezi největší zástupce pasivní bezpečnosti patří airbag a bezpečnostní pás. Tyto dva bezpečnostní prvky patří neslučitelně k sobě, neboť nepřipoutaným osobám může airbag cestujícím spíše ublížit než pomoci. Všeobecně k lepší pasivní bezpečnosti přispívají nezávislé organizace jako je Euro NCAP či IIHS, které si náhodně zakoupí automobil a otestují jeho bezpečnostní vlastnosti. Výsledky pak šíří mezi potencionální zákazníky přes webové stránky či automobilové časopisy.

Úkolem bakalářské práce také bylo otestovat prvky pasivní bezpečnosti v praxi. Otestovány byly čelní řidičovy a spolujezdcovy airbasy, nechyběla ani zkouška často opomíjeného předepínače bezpečnostních pásů. Všechny vyzkoušené bezpečnostní prvky uspěly v předepsaných časech, jejich stáří se nijak neprojevalo.

Seznam použité literatury

- [1] KOVANDA, Jan. *Pasivní bezpečnost vozidel*. ČVUT. Praha: Jan Kovanda, 2000. ISBN 8001022358, 9788001022351.
- [2] SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. *Automotive Safety Handbook*. Professional Engineering Publishing, London, UK: SAE International, 2003. ISBN 0-7680-0912-X.
- [3] Mynrma. *Mynrma.com.au* [online]. Australia, b.r. [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.mynrma.com.au/motoring-services/safety-advice/safer-driving/history.htm>
- [4] Béla Barényi a historie bezpečnosti vozů Mercedes-Benz. *Auto.cz* [online]. Česká republika, 2014 [cit. 2016-12-02]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/bela-barenyi-historie-bezpecnosti-vozu-mercedes-benz-video-79824>
- [5] AutoTip. 2016, 2016(14).
- [6] AutoTip. 2016, 2016(18).
- [7] Historie airbagu. *Autolexicon.net* [online]. b.r. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>
- [8] Pro bezpečnost aut byl přelomový rok 2000. *Auto.idnes.cz* [online]. Česká republika, 2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/bezpecnost-aut-skoda-fabia-octavia-d5v-/automoto.aspx?c=A151005_021123_automoto_LHR
- [9] JAVŮREK, Jan. *Analýza životnosti airbagu*. Česká republika, 2015. Vedoucí práce Ing. Martin Kotek, Ph.D.
- [10] Aktivní bezpečnost. *Autolexicon.net* [online]. Ing. Jan Sajdl, Ph.D., 2016 [cit. 2016-12-09]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/aktivni-bezpecnost/>
- [11] VLK, František. *Lexikon moderní automobilové techniky*. Mokrohorská 34, Brno. Brno: František Vlk, 2005. ISBN 80-239-5416-4.
- [12] ABS. *ABS (Anti-lock Braking System)* [online]. Ing. Jan Sajdl, Ph.D., 2011 [cit. 2016-12-09]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>
- [13] Asistenční systémy v autě – co všechno vás může vytáhnout z problémů. *Ekontech.cz* [online]. Karel Čarlí Nohava, 2013 [cit. 2016-12-09]. Dostupné z: <http://www.ekontech.cz/clanek/asistencni-systemy-aute-co-vsechno-vas-muze-vytahnout-problemu>
- [14] *Regulace jízdní dynamiky ESP*. 1. české vydání, srpen 2001. Praha 4: Robert Bosch odbytová spol. s.r.o., 1998. ISBN 80-902585-8-1.
- [15] VLK, František. *Systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. 1. vydání. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- [16] Systém ABS. *Automotospecial.cz* [online]. Jan Kos, 2010 [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: <http://www.automotospecial.cz/technika/bosch/historie-abs-2010-/>

- [17] ASR (Antriebsschlupfregelung). *Autolexicon.net* [online]. Ing. Jan Sajdl, Ph.D., 2014 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/asr-antriebsschlupfregelung/>
- [18] ASR protiprokluzový systém. *Net-auto.cz* [online]. 2011 [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <http://net-auto.cz/moodle/mod/resource/view.php?id=140>
- [19] ESP. *Novinky.cz* [online]. b.r. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: <https://tema.novinky.cz/esp->
- [20] Autopříslušenství prvovýbava. *Http://press.bosch.cz* [online]. 2009 [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: http://press.bosch.cz/detail.asp?f_id=773
- [21] ESP® value-added functions. *Bosch Mobility Solutions* [online]. b.r. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: http://products.bosch-mobility-solutions.com/en/de/specials/specials_safety/bosch_esp_3/esp__facts_4/esp_mehrwertfunktionen_2/esp_questions_and_answers_17.html
- [22] Bezpečnost – v srdci našeho myšlení. *Mercedes-benz.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: http://www.mercedes-benz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/gl-class/x166/facts_/safety.html
- [23] Mercedes-Benz představil růžový štít. *Http://autoroad.cz* [online]. Roman Havlín, 2016 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://autoroad.cz/technika/82211-mercedes-benz-predstavil-ruzovy-stit-o-co-se-jedna-a-cemu-pomuze>
- [24] Systémy automatického brzdění propadly v praktickém testu, funguje jediný. *Autoforum.cz* [online]. Marek Bednář, 2015 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/systemy-automatickeho-brzdeni-propadly-v-praktickem-testu-funguje-jediny/>
- [25] Svět Motorů. 2016, (45).
- [26] Technologie SUBARU - EyeSight. *Subaru.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: <http://www.subaru.cz/technologie-eyesight.html>
- [27] Systém sledování jízdního pruhu. *Ibesip.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/system-sledovani-jizdniho-pruhu>
- [28] Systém sledování rychlostních limitů. *Ibesip.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-02-11]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/system-sledovani-rychlostnich-limitu>
- [29] Systémy čtení dopravních značek: Dej si pohov, cedule hlídám. *Http://svetmotoru.auto.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <http://svetmotoru.auto.cz/clanek/technika/4040/systemy-cteni-dopravnich-znacek-dej-si-pohov-cedule-hlidam.html>
- [30] Pomůcky pro řidiče - Ford. *Fordservicecontent.com* [online]. b.r. [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: http://www.fordservicecontent.com/Ford_Content/vdirsnet/OwnerManual/Home/Content?bookCode=O28023&languageCode=cs&marketCode=CZ&viewTech=IE&chapterTitleSelected=G1687481&subTitleSelected=G1724328&topicHRef=G1724329&div=f

- [31] HUD (Head-Up Display). *Autolexicon.net* [online]. Ing. Jan Sajdl, Ph.D., 2015 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/hud-head-up-display/>
- [32] Světlo met automobilu. *Autolexicon.net* [online]. Ing. Jan Sajdl, Ph.D., 2011 [cit. 2017-02-16]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/svetlo met-automobilu/>
- [33] Rozdíl mezi žárovkou H7 od H4. *Autozarovky-philips.com* [online]. 2014 [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://www.autozarovky-philips.com/mam-zarovky-h4-nebo-h7/>
- [34] Halogen vs. xenon vs. diody: Žárovky ještě nevy měřely. *Auto.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/halogen-vs-xenon-diody-zarovky-jeste-nevymery-80531>
- [35] Xenonové světlomety (výbojky). *Autolexicon.net* [online]. Ing. Jan Sajdl, Ph.D., 2011 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/xenonove-svetlomety-vybojky/>
- [36] Přesvítlí Václavák a neoslíní. Laserové světlomety udělají z noci den. *Auto.idnes.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/laserova-svetla-0j5-/automoto.aspx?c=A140414_115721_automoto_fdv
- [37] VLK, František. *Karosérie motorových vozidel*. 1. vydání. Brno: František Vlk, 2000. ISBN 80-238-5277-9.
- [38] Bezpečnost vozidla. *Is.muni.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/ped/kat/fyzika/autem/pages/bezpecnost.html>
- [39] ECall. *Autolexicon.net* [online]. Ing. Jan Sajdl, Ph.D., 2015 [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/ecall/>
- [40] ECall: Time saved = lives saved. *Ec.europa.eu* [online]. 2016 [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/ecall-time-saved-lives-saved#Article>
- [41] KOVANDA, Jan. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. 1. vydání. Praha: ČVUT v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05893-0.
- [42] DENTON, Tom. *Automobile Electrical and Electronic Systems*. 4th ed. Abingdon: Routledge, 2012. ISBN 0080969429, 9780080969428.
- [43] PETERS, George A. a Barbara J. PETERS. *Automotive Vehicle Safety*. 1st pub. London: Taylor & Francis, 2002. ISBN 0415263336, 9780415263337.
- [44] How Airbags Work. *Auto.howstuffworks.com* [online]. b.r. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/airbag.htm>
- [45] Auto Tip. 2016, 2016(8).
- [46] Nebezpečné airbagy Takata: na začátku se šetřilo na nepravém místě. *Auto.idnes.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/airbag-takata-00d-/automoto.aspx?c=A160921_223410_automoto_fdv

Seznam obrázků

Obr. č. 1 - Problematika bezpečnosti silničního provozu.....	3
Obr. č. 2 - Problematika aktivní bezpečnosti	7
Obr. č. 3 - Regulační obvod ABS.....	9
Obr. č. 4 - Pasivní indukční snímač otáček	10
Obr. č. 5 - Aktivní snímač otáček.....	11
Obr. č. 6 - Regulace ASR.....	12
Obr. č. 7 - Regulace ASR se zásahem motoru a brzd.....	13
Obr. č. 8 - Přetáčivý smyk.....	15
Obr. č. 9 - Nedotáčivý smyk.....	16
Obr. č. 10 - Regulační systém ESP.....	16
Obr. č. 11 - Kamery systému Eyesight.....	20
Obr. č. 12 - Problematika pasivní bezpečnosti	25
Obr. č. 13 - Princip blokování samonavíjecího zařízení s kyvadlem	28
Obr. č. 14 - Pyrotechnický předepínač s ocelovými kolečkami	29
Obr. č. 15 - Pyrotechnický předepínač s turbínovým kolečkem	29
Obr. č. 16 - Čelní řídičův airbag.....	30
Obr. č. 17 - Řez airbagem.....	32
Obr. č. 18 - Předepínač bezpečnostního pásu.....	35
Obr. č. 19 - Řidičův airbag ve stavu plného nafouknutí (32 ms)	36
Obr. č. 20 - Spolujezdcův airbag při plném nafouknutí (34 ms)	37

Seznam zkratk

Euro NCAP - European New Car Assessment Programme (Evropský program hodnocení nových vozů)

IIHS - Insurance Institute for Highway Safety (Institut pro bezpečnost na dálnicích)

ABS - Anti-lock Breake System (protiblokovací systém)

kB - kilobyte

ASR - Anti-Slip Regulation (protiprokluzový systém)

DKB - Drosselklappe und Bremsen (škrťící klapky a brzdy)

DKZ - regulace s řízením výkonu motoru

EGAS - elektronický akcelerační pedál

MSR - Motor Schlepptomment Regelung (regulace točivého momentu)

ESP - Electronic Stability Programme (elektronický stabilizační systém)
PSM - Porsche Stability Managemet (elektronický stabilizační systém Porsche)
DSC - Dynamic Stability Control (elektronický stabilizační systém BMW)
SCM - Secondary Collision Mitigation (sekundární zmírňování následků kolize)
EPCD - Early Pole Crash Detection
BAS - Breake Asisst System (brzdový asistent)
ACC - Adaptive Cruise Control (adaptivní tempomat)
VW - Volkswagen (lidový vůz)
BMW - Bayerische Motoren Werke
GPS - Global Positioning System (globální polohový systém)
BLIS - Blind Spot Information System (sledování mrtvého úhlu)
HUD - Head Up Display
LCD - Liquid Crystal Display
LED - Light Emitting Diode
EHK - Evropská hospodářská komise
OSN - Organizace spojených národů
VIN - Vehicle identification number (identifikační číslo vozidla)
SOS - Save Our Souls
ČR - Česká republika
USA – Spojené státy americké

