

ČESKA ZEMĚDĚLSKA UNIVERZITA V PRAZE

TECHNICKA FAKULTA



BAKALÁŘSKA PRÁCE

Integrovaná bezpečnost automobilů, vývojové trendy

**Vedoucí bakalářské práce: Prof.Ing.Jan Kovanda,CSc.
Autor bakalářské práce: Ruslan Lyubachivskyy
Praha 2010**

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta: technická

Katedra: vozidel a pozemní dopravy

Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Ruslan Lyubachivskyy**

Studijní obor: Silniční a městská automobilová doprava

Studijní zaměření:

Název práce: Integrovaná bezpečnost automobilů, vývojové trendy

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Zhodnocení systémů integrované bezpečnosti z hlediska zvýšení bezpečnosti dopravy a vývojové trendy.

Osnova práce: Definice integrované bezpečnosti, inteligentního vozidla

Přehled systémů pasivní a aktivní bezpečnosti

Principy činnosti aktivních a zpětnovazebních systémů vozidla

Možnosti využití senzorů a akčních členů ze zvýšení bezpečnosti

Vize budoucího vývoje (konzervativní, inovační,...)

Metodika práce: Rozbor systémů aktivní a pasivní bezpečnosti, princip činnosti zpětnovazebního systému, analýza činnosti senzorů, aktivních prvků a informačních toků, vliv prvků integrované bezpečnosti na biomechaniku poranění dospělých a dětí, rozvaha nebo simulace koordinace činností jednotlivých prvků v pre-crash fázi.

Rozsah práce: 30 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:

Kovanda, J.-Riva: Vehicle-human interaction. Milano, 1999

Kovanda, J.-Šatochin: Pasivní bezpečnost. Skriptum ČVUT, 2004

Kramer: Passive Sicherheit von Kraftfahrzeugen, 2006

Manuály systému MADYMO: www.madymo.com

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

Datum zadání bakalářské práce: 30. 11. 2007

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. 04. 2009



Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

vedoucí katedry

prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Integrovaná bezpečnost automobilů, vývojové trendy“ zpracoval samostatně po odborných konzultacích s Prof. Ing. Janem Kovandou, CSc., za použití pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Praze, dne 9. února 2010

.....
Ruslan Lyubachivskyy

Poděkování

Rád bych poděkoval garantovi mé bakalářské práce Prof.Ing. Janu Kovandovi, CSc. a Ing. Josefu Míkovi za odborné vedení, rady a konzultace k mé práci. Za jejich ochotu spolupracovat při tvorbě této bakalářské práce.

Abstrakt: Cílem práce bylo zhodnocení systémů integrované bezpečnosti z hlediska zvýšení bezpečnosti dopravy a jejich rozvoj v budoucnu. Definovat, co znamená pojem integrovaná bezpečnost, inteligentní vozidlo, co si máme pod těmito pojmy představit. Seznámit a popsat systémy aktivní a pasivní bezpečnosti vozidla. Dále v této práci se seznámíme s principy činnosti aktivních a zpětnovazebních systémů vozidla, možnosti využití senzorů a akčních členů ke zvýšení bezpečnosti a jaká bude vize do budoucna. Metodou práce bude rozbor systémů aktivní a pasivní bezpečnosti, na jakých principech pracují zpětnovazebné systémy, analýza činnosti senzorů, aktivní prvky a informační toky. Jaký bude vliv prvků integrované bezpečnosti na biomechaniku poranění dospělých a dětí a jaká bude rozvaha nebo simulace koordinace činnosti jednotlivých prvků v pre-crash fázi.

Klíčová slova: Integrovaná bezpečnost, inteligentní vozidlo, aktivní bezpečnost, pasivní bezpečnost, senzory, akční členy, aktivní systémy, zpětnovazebné systémy, biomechanika, pre-crash.

Abstract: The aim of this study was to evaluate the safety systems integrated in terms of increased traffic safety and their development in future. Define what the notion of integrated security, smart car, what do we have under these terms imagine. Introduce and describe systems of active and passive safety. Further in this work we become acquainted with the principles of active and feedback systems of the vehicle, the possibility of using sensors and actuators for improved safety and vision to the future. The method of work will be analyze of the systems of active and passive safety, on what principle is feedback systems, analysis of activity sensors, active components and information flows. What will the impact of integrated security features of injury biomechanics in adults and children and how to balance and coordinate the activities of various simulation elements in the pre-crash phase.

Key words: Integrated safety, intelligent vehicle active safety, passive safety, sensors, actuators, active systems, feedback systems, biomechanics, pre-crash.

Obsah

1. Úvod	1
2. Integrovaná bezpečnost	2
2.1. Systémy bezpečnosti (pre-crash a crash fáze).....	2
2.2. Systémy bezpečnosti (post crash fáze).....	4
3. Inteligentní vozidlo	5
4. Aktivní bezpečnost	8
4.1. Brzdové systémy (brzdy,ABS, BAS,EBV/EBD,MSR, BDW).....	9
4.2. Rozjezdové systémy vozidla(ASR, ASC, DTC, EDS, ETC, ETS, TCS, TC).....	16
4.3. Stabilizační systémy (ESP, RSC, ADS, SBC).....	18
4.4. Komfortní systémy	22
5. Pasivní bezpečnost	24
5.1. Bariérové zkoušky automobilů.....	25
5.2. Náraz automobilu z hlediska mechanismu.....	29
5.3. Biomechanika poranění.....	30
5.4. Testovací figuríny	31
5.5. Zádržné systémy.....	32
5.6. Pasivní bezpečnost chodců.....	34
6. Aktivní a zpětnovazební systém	36
7. Senzory a akční člen	37
7.1 Senzory	37
7.2 Akční člen.....	39
8. Vize budoucího vývoje bezpečnosti vozidla	41
9. Závěr	43
10. Použitá literatura a zdroje	44
11. Seznam použitých obrázků	45
12. Seznam použitých zkratk	46

1. Úvod

Bezpečnost automobilu je tématem neustálého diskutování jak mezi odborníky, tak mezi laickou veřejností. V dávné minulosti, kdy byl ještě automobilismus v plenách, tak se výrobci soustředili na to, jak vyrobit automobil, jaký způsob pohonu a které typy pohonů zvolit, na vzdálenost, na spotřebu atd. Ale otázku bezpečnosti vozidla v té době nebylo potřeba řešit, protože řidiči neměli takové možnosti využití automobilu jako je tomu v současné době. Dnes výrobci kladou velký důraz na bezpečnost ve vozidle jak ze strany aktivní bezpečnosti, tak i ze strany pasivní bezpečnosti, protože požadavkem řidiče je dorazit z jednoho místa na druhé bez újmy na zdraví. Mnoho řidičů ale předpokládá, že když je automobil vybaven integrovanými systémy, tzn. systémy aktivní a pasivní bezpečnosti, nemusí dbát na pozornost při jízdě a na dodržování pravidel silničního provozu. Právě nejčastější příčinou nehod je to, že se řidič plně nevěnuje řízení (za jízdy telefonuje nebo mluví se spolujezdcem), nedodrжуje rychlost nebo je nesoustředěný díky doléhající únavě. Už jenom statistiky nehodovosti a úmrtí v ČR a ve světě mluví za vše. Loňský rok 2009: ČR 67 870 nehod z toho 763 úmrtí, svět - země EU asi 40 000 lidí, USA 43 000 lidí a to nemluvě o materiálních škodách. Tento aspekt vede konstruktéry vpřed k novým poznatkům a vývoji lepších a zdokonalujících se systémů bezpečnosti.

V této práci chci přiblížit jednak co si máme představit pod pojmem inteligentní automobil, nebo-li inteligentní dopravní systém, co znamená integrovaná bezpečnost automobilu a jaké jsou bezpečnostní systémy, jak fungují pre-crash fáze, crash fáze a post crash fáze. O tom, jaké jsou koordinace jednotlivých prvků v pre-crash fázi, to se budu snažit popsat v druhé a třetí kapitole.

Ve čtvrté kapitole vás seznámím s přehledem aktivní bezpečnosti automobilu, tzn. jaké jsou systémy brzdění, systémy pomáhající při rozjezdu, stabilizační systémy, komfortní bezpečnosti prvky. Aktivní bezpečnost vozidla je důležitá, z hlediska vlastností vozidla (jízdni vlastnosti, komfort, pohodlí v prostředí řidiče atd.), pro předejití nehodám.

Pátá kapitola obsahuje přehled pasivní bezpečnosti a jejích systémů. Pasivní bezpečnost je důležitá z hlediska chování vozidla a ochrany posádky při nevyhnutelné kolizi (bariérové zkoušky, zádržné systémy atd.)

V dalším 6. bodě uvádím principy činnosti aktivních a zpětnovazebních systémů vozidla a jejich rozdělení a význam.

Využití akčních členů a senzorů ke zvýšení bezpečnosti uvádím v bodě 7, budoucnost vývoje této problematiky v bodě 8.

2. Integrovaná bezpečnost

Integrovanou bezpečnost lze chápat jako spojení prvků aktivní a pasivní bezpečnosti vozidla a podporovacích systémů, které řidiči poskytne možnost vyvarovat se kolizi nebo připravit vozidlo a jeho zádržné systémy na nevyhnutelnou srážku a nakonec o přivolání pomoci.

Integrovaná bezpečnost funguje na principu informací z okolí vozidla, kdy se tyto informace získávají z čidel a kamer vozidla a na základě vyhodnocení dané situace (např. má dojít k nevyhnutelné kolizi), se aktivují prvky systému aktivní a pasivní bezpečnosti. Například se uvedou v činnost předpínače bezpečnostních pásů, seřízení sedadel, nastavení opěrek do správné polohy, aktivují se brzdící asistenti apod.

Bezpečnostní integrované systémy používají systémy aktivní a pasivní bezpečnosti s podmínkou vhodného používání kombinace signálů ze senzorů, jak ze systému aktivního tak ze systému pasivního a jejich akčních členů, které nově vytvářejí a integrují systém. Nehoda, kolize je posléze zpracovávána v asistenčních systémech a v systémech přivolání pomoci.

V kritériích stability jízdy a jízdních vlastnostech se jedná o:

- Systém nouzového brzdění a to ve fázi okamžitého zvýšení brzdového tlaku a automatického brzdění k dosažení co nejmenší kolizní rychlosti při nárazu.
- Větší stabilitu při jízdě v zatáčce použitím nadstavby nad ESP, jejíž systém má dva stupně volnosti s tím, že jeden stupeň volnosti je k použití k stabilizační funkci.

V kritériích nehody a aktivaci zádržných systémů se jedná o:

- Zvýšení časového úseku pro aktivaci a plnění airbagů pomocí čidel pre-crash a early crash – z důvodu ke snížení agresivity airbagů při expanzi.
- Aktivace předpínačů pásů před kolizí.

V kritériích po nehodě se jedná o:

- Aktivaci asistenčních systémů
- Přivolání pomoci s funkcí určení polohy automobilu a jeho rozsahu aktivovaných systémů

2.1 Systémy bezpečnosti – pre-crash a crash fáze

Schopnost vozidla brzdit, udržet stabilitu v zatáčkách, schopnost pohlcení vibrací a hluku v prostředí řidiče nebo dobré výhledové možnosti z vozidla, snadné ovládání vozidla atd., to jsou schopnosti a vlastnosti systému aktivní bezpečnosti. Již několik let se konstruktéři snaží

o vylepšování a zdokonalování jednotlivých prvků systému aktivní bezpečnosti, aby zvýšili řidičům šanci na přežití při nehodě. Je mnoho příkladů neustálého vývoje v této oblasti např. protiprokluzový systém ASR (systém regulace výkonu a prokluzu kol), elektronický stabilizační systém ESP, brzdový asistent BAS a spousta dalších systémů. Všechny tyto systémy mají společný cíl – předejít nehodě. Jakmile se dostaneme do fáze neovladatelnosti vozidla a dojde k havárii, tak nastupují systémy pasivní bezpečnosti. Krátký časový úsek, který je před samotnou kolizí, dává povel systému pasivní bezpečnosti k přípravě aktivace. Tato fáze se nazývá pre-crash. Pre-crash je založena na informaci z čidel vozidla, které jsou schopny rozpoznat směr a rychlost nárazu. K získávání informací slouží signály z aktivních systémů (kamerové, radarové atd.). Například adaptivní tempomat, který sleduje rychlost vozidla jedoucího před ním pomocí radaru, předává informace do datové sítě CAN-bus. Informace se zpracují a pokud dojde překročení daných hodnot, tak se systém aktivuje a začne se zvyšovat brzdový tlak v brzdovém systému nebo se automaticky spustí brzdová funkce. Při panickém brzdění dojde k automatickému spuštění brzdového asistenta, který zvýší tlak v brzdovém systému, aby byla brzdná dráha co nejmenší. Když známe informace o rychlosti a směru nárazu lze v závislosti na těchto informacích regulovat i nastavovat sedadla, opěrátka atd. Po pre –crash stádiu nastává už samotná kolize, kde už začíná úřadovat systém pasivní bezpečnosti. Při samotné kolizi, kdy člověk by měl být v maximální bezpečnosti, závisí na správné synchronizaci všech systémů jak aktivní tak pasivní bezpečnosti, aby byla co nejmenší zátěž na řidiče a na jeho organismus. Také musí být správně navržena karoserie a materiál karoserie, která odolá vnějším deformacím . Zadržné systémy, které musí reagovat včas na základě rychlosti děje a silách, musí být správně navrženy, aby se zátěž vyvolaná při kolizi udržela pod hodnotami biomechanické zátěže. Výsledky zkoušek a testování těchto zadržných systémů dokazují, že ve většině případů zachrání mnohem více lidských životů než bez nich. To platí i pro airbagy, bezpečnostní pásy, správné nastavení sedadel a opěrátka atd. Mnoho řidičů ale neberou na vědomí, že maximálního využití těchto systému dosáhnou jen tehdy, pokud tyhle systémy budou používat správně, a to je jeden z faktorů, které podtrhují statistiky dopravních úmrtí a nehod .

Struktura karosérie vozidla

Správné navržení karoserie hraje důležitou úlohu při kolizi vozidla, neboť při nárazu vzniká vnější kinetická energie, tzn. vytvářejí se při nárazu silové rázy, které se šíří po struktuře kostry vozidla a dále do nosných částí karoserie. Při přímém nárazu vede deformační energie přes výztuhu nárazníku a 2 deformační prvky vyvinuté pro pohlcení energie menších střetů (do rychlosti 15 km/h) přes které se vede energie dále do nosných

vrstev karoserie. Ošetřuje se to pevností karoserie, která by se měla zvětšovat od čelní části panelu a zadní části čela vedené k prostoru pro cestující. Znamená to vytvoření ochranné klece, která obklopuje prostor cestujících a k němu připadající deformační části přední a zadní. Deformační části jsou z tlumicího polymerového prvku, který pohltí energii deformační do 15 km/h. Nosné části karoserie, ochranná klec pro posádku, výztuhy a kotevní složky dveří jsou z vysokopevnostní oceli a slitin hliníku. Technologie svařování jednotlivých dílů karoserie přešla z bodového (indukčního) na laserové svařování .

Prvky interiéru a stavba sedadel

Návrhy prvků interiéru vozidla jsou závislé na splnění podmínky u deformační oblasti, a sice pevnost ochranné klece karoserie a vyhovující vnitřní prostor vozidla a posléze řešení polohy sedadel, polohy kotevních míst pro pásy. Sedadla, opěrky hlavy, ochranné pásy, výztuže jsou důležitými prvky pro upevnění posádky ve správné poloze a zabránění vyklouznutí člověka z pod pásu při nehodě nebo zabránění poškození páteře a zamezení zpětného pohybu hlavy. V současné době se používají ve vozidlech 3 bodové pásy a opěrky, které jsou na všech sedadlech. Prvky ve vnitřním prostoru vozidla mají za úkol pohltit co nejvíce střetové energie při nehodě. Neodmyslitelným prvkem jsou ochranné vaky (airbagy), které vyplňují prostor pod palubní deskou, ve dveřích a sloupcích vozidla a tím minimalizují zranění vevnitř vozidla.

Airbag

Maximální účinek airbagů je využit se zapnutými a předepnutými pásy, kde předepínáč pásu má za úkol zmenšit délku pásu před prvním pohybem řidiče při střetu a zamezit tak kontaktu s prvky uvnitř vozidla. Předepínáč se dělí podle funkce na mechanický a pyrotechnický, kde druhý zmiňovaný typ má aktivnější spuštění a pohotovější reakci na signál od řídicí jednotky airbagů .

2.2 Systémy bezpečnosti – post crash

Pojem post - crash znamená děj, který nastává po nehodě a následně nastupuje zde systém emergency call, který má za úkol přivolat v co nejkratší době po kolizi pomoc nebo-li záchranné složky. Tento systém dokáže určit polohu havarovaného vozidla a určit závažnost havárie, tzn. rozsah aktivovaných systému. Tento systém je obsažen v jednotce automobilu IVS, který byl zaveden povinně v roce 2009 pro vozidla vyráběna v EU na žádost Evropské komise. Tato žádost vznikla z podkladu pracovní organizace eSafety, která zjistila, že

v zemích EU dojde k úmrtí asi 50 000 řidičů. Pomocí jednotkového systému vozidla IVS se počet úmrtí sníží díky rychlému zalarmování záchranných složek a zvýší se šance na přežití .

Systém emergency call

Tento systém slouží k vyhledávání mobilních tísňových volání o pomoc při nehodě vozidla a zajištění pomoci. Dokáže zjistit vážnost nehody, místo nehody, také jaká čidla byla aktivována ve vozidlu, také dokáže tento systém rozlišit jestli nouzový signál byl vydán řidičem nebo vozidlem apod. Výsledkem systému emergency call je zajištění rychlé a správné pomoci pro účastníky nehody.

Systém IVS

Tento systém je obsažen v automobilu, kde má hlavní charakteristické znaky:

- 1) Možnost získávat data z GPS.
- 2) Možnost získávat informace z vybraných čidel a dat z CAN BUS vozidla.

IVS systém má na starosti čidla a v momentě dopravní nehody zařídí nouzový signál. Nouzový signál nastává při spuštění vybraných čidel (airbag, nárazový čidlo zadní, přední, boční, převrácení atd.) nebo manuální aktivací spínače E-Call .

3. Inteligentní vozidlo

Když se řekne inteligentní automobil, tak už ve slovním spojení slovo inteligentní (latinsky *inter-legere* - rozlišovat, poznávat, chápat) napovídá, že se jedná o automobil, které má schopnost řešit obtížné a nově vzniklé dopravní situace (např. včas rozlišit překážku a upozornit řidiče nebo včas se připravit na kolizi nebo předejít tomu atd.) A to člověk od inteligentního vozidla očekává. Výrobci hlásí, že v budoucnu se tato vozidla budou více řidiče podporovat, informovat ho, přizpůsobovat se automaticky stavu dané situace provozu a stávajícím podmínkám a snažit se o co největší pohodlí řidiče. Už v současné době se zvýšila bezpečnost a komfort jízdních vlastností vozidla díky systémům aktivní a pasivní bezpečnosti a tento trend se bude vyvíjet dál a v budoucnu jich přibude spousta nových systémů jak v odvětví bezpečnosti tak komfortu vozidla. Automobilky už nepřežitě nad tím bádají, zkoumají a pokračují ve vývoji úspěšně. Před takovými 11 lety řidiči museli spoléhat na vlastní jízdní zkušenosti, ale v aktuální době se o mnoho parametrů jízdních vlastností stará technika vozidla .

K nejprosperující systémy sem patří systém ESP (elektronický stabilizační systém) od automobilky Daimler Chrysler, který tím velmi přispěl k potlačení nehodovosti. Když se tento systém začal vyrábět velkovýrobně, tak klesl podíl nehod o 40 %. Výsledkem je také to, že

v Německu od roku 1970 do současnosti klesla úmrtnost řidičů při dopravní nehodě z 19 000 na asi 5 000, a to už je velká vizitka pro tento systém. Do kategorie systémů zvyšujících bezpečnost automobilů a bezpečnost posádky patří například systém brzdění ABS nebo již zmiňovaný ESP, prosadily se mezi základní výbavou moderních automobilů a řidiči je ze samého počátku náležitě ocenili. Konstrukteři stále pokračují v dosažení co nejvyšší bezpečnosti vozidla, lidí a chodců, která v budoucnu představuje nové možnosti ve formě asistenčních a podpůrných systému. Má se na mysli automobil, který má „samonavigaci“ a jeho podpůrné systémy (nebo-li vozidlo, které „vidí“ a „uvažuje“), systém varující před překážkou, inteligentní osvětlovací systémy, ultrazvukové senzory, moderní videosenzory a kamery, radarové senzory, parkovací asistent, CAPS (pasivní a aktivní bezpečnost komplexně), inteligentní airbagy, systém umožňující komunikaci mezi sebou (car-to-car) nebo nová technologie světla.

Inteligentní automobil by měl umět řešit dvě úlohy:

- Zhodnotit a předpovědět možné nebezpečné situace a automaticky zabránit kolizi
- Umět řešit veškeré manévry automobilu, neboť celý návrh inteligentního vozidla by měl přinést kvalitu řízení s pomocí navigačních systému

Systémy navigace jsou pro inteligentní vozidlo prioritní částí neboť komunikují s digitální mapou a používají systém GPS podle které zjistí polohu vozidla.

Vize budoucnosti předpokládá vzájemné komunikace mezi inteligentním automobilem a dopravní infrastrukturou nebo komunikace mezi vozidly (car-to-car).

Prioritní vlastnosti inteligentního vozidla jsou:

- Inteligentnost, chytrost
- Bezpečnost
- Šetrnost k životnímu prostředí

Podnětnost inteligentního automobilu se vztahuje na promyšlenost, bezpečnost a čistotu dopravy, zaměřuje se na silniční vozidla a zabývají se bezpečnosti a dopad na životní prostředí kvůli většímu využívání silnic.

Cíle podnětnosti inteligentního automobilu jsou:

- řídit a podporovat práci příslušných zúčastněných stran, občanů, členských států a průmyslu pomocí fóra eSafety.

Fórum má za cíl potlačit negativa, která brání prostupu inteligentních systémů pro automobily na trh, způsobem shody mezi zúčastněnými stranami a členskými státy a EU. Dále je spojena s Cars 21 (zaměření na konkurenční regulační systém pro automobilový průmysl 21. století).

- podporovat vývoj a výzkum v odvětví bezpečnějších, promyšlenějších a čistších automobilů a použití a využívání výsledků výzkumu.
- seznamovat veřejnost o nápadech postavených na systému ICT, který má funkci podporovat poptávku uživatelů po těchto systémech a zajistit žádanost těchto systémů ze stran sociálních a ekonomických. Pro zvýšení zájmu uživatelů po systémech inteligentního vozidla je prioritní zřídit program na zvyšování povědomí, ale myslet na to, aby nebyla porušena hospodářská soutěž na trhu nebo šířena negativní očekávání o vlastnostech těchto systémů.

Možnosti systému inteligentního automobilu jsou:

- Studie Seiss zjistila, že pokud by byla všechna vozidla vybavena systémem eCall (automatické volání vozidla o pomoc při nehodě) v tomto roce, tak by bylo možno v členských státech EU dosáhnout snížení počtu úmrtnosti při nehodě o 5% - 15% a ušetřit 22 miliard eur. Tento systém by dokázal snížit časové ztráty v dopravních zácpách o 10 % až 20 %, přičemž by se ušetřilo 2 až 4 miliard eur.
- Dle studií Seiss použitím adaptivního automatu (ACC – Adaptive Cruise Control, kontrola rychlosti v podélném směru jízdy a při potřebě zabránit kolizi zezadu před sebou jedoucího vozidla) ve vozidle v roce 2010 by mohlo dojít ke snížení nehodovosti o 4 000, pokud by byla vybavena 3 % vozidel tímto adaptivním automatem.
- Co se týče příčné podpory řízení (zaznamenání vybočení z pruhu a podpora pro změnu jízdního pruhu), mohlo by zabránit 1 500 nehod při míře využití o 0,6 % nebo zabránění 14 000 nehod při míře využití 7 % v tomto roce 2010.
- Systém hlídání bdělosti řidiče vytvořený návrhem AWAKE zjistil, že při upozornění řidiče v době únavy by mohlo zabránit 30 % smrtelných nehod na dálnicích a rychlostních komunikacích a 9 % všech smrtelných nehod .
- Smart Nets prokázal, že zlepšení softwaru a přístupu dat o dopravě v aktuálním čase mohou ve městech přispět ke zkvalitnění řízení dopravy a silničního provozu a tím snížit tvorbu dopravních kolon a hustého provozu o 40 % , což by vedlo k radikální úspoře energie.
- Významný vliv na bezpečnější, efektivnější, čistější dopravu by mohly mít i jiné systémy, konkrétně systém na překročení rychlosti, protialkoholový zámek nebo mýtné. [1]

4 Aktivní bezpečnosti

Aktivní bezpečnost je studie, zabývající se vlastnostmi automobilu z hlediska schopností zabránit kolizi účinkem vyhovující jízdám vlastnostem vozidla, nízký faktor únavy řidiče a atd. Tento obor obsahuje kondiční bezpečnost, jízdání vlastnosti, pozorovací bezpečnost a ovládací bezpečnost, technické prvky, zařízení a možnosti vozidla, které by dokázali zabránit možné nehodě. Například v jízdáních vlastnostech jsou obsaženy systémy brzdění (ABS, brzdový asistent BAS), stabilizační systémy (ESP, aktivní podvozek ADS). Kondiční bezpečnost se zaměřuje na to, aby ve vozidle měl řidič komfort a měl po ruce všechny ovládací prvky. V kondiční bezpečnosti se zkouší hluk, způsob šíření vibrace, větrání, vytápění atd., zkouší se vše, co by ovlivňovalo soustředěnost řidiče a rozptylovalo při řízení a mělo za následek dopravní nehodu. Zásadní také je mít dobrý výhled z vozidla a osvětlení automobilů, aby bylo možno vidět a být viděn mezi sebou navzájem. Všechny tyto prvky, systémy umožňují včas varovat řidiče před kolizí, včas se vyhnout překážce, včas zastavit vozidlo atd.

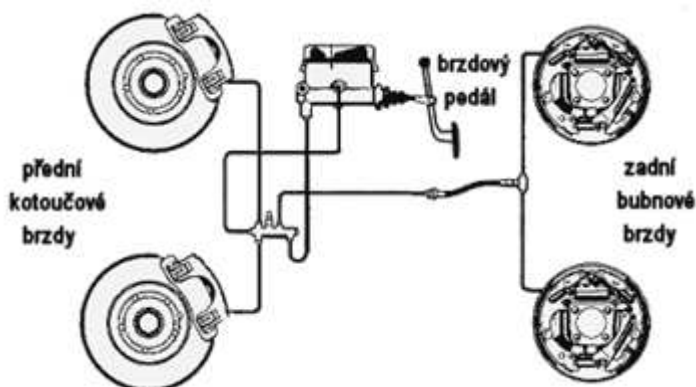
Aktivní bezpečnost má za cíl snížit možnost vzniku dopravní nehody a pokud už dojde k nehodě, tak na řadu přichází pasivní bezpečnost, která má za cíl co nejvíce zmírnit následky kolize, ale to už je téma 5. kapitoly .

Pro jednoduchou představu lze systémy aktivní bezpečnosti rozdělit na 4 základní skupiny:

- 1. Brzdové systémy**
- 2. Rozjezdové systémy**
- 3. Stabilizační systémy**
- 4. Komfortní systémy**

Veškeré tyto zmíněné systémy automobilů musí být ověřené z hlediska přípustnosti jeho použití nebo homologován podle předpisů EHK nebo směrnic EHK / ES, nebo podle technických příloh zmíněných směrnic EHK / ES schválen. Tohle vše se řídí podle vyhlášky 341 / 2002 sb. (K § 19 odst. 8 zákona) o schvalování technické způsobilosti typu vozidla. [2]

4.1. Brzdové Systémy



Obr.1 Brzdová soustava vozidla

Když potřebujeme zastavit nebo přibrzdit vozidlo a vyvarovat se nehodě, tak důležitou roli v tomto případě začnou hrát brzdové systémy - brzdy. Bez brzd ve vozidle si nedokážeme představit. Dokážeme si představit, co by se stalo, kdyby přestaly správně fungovat .

Další důležité faktory: - stav pneumatik (hloubka desénu, správné huštění pneumatik atd.)

- povrch vozovky (mokrý, zledovatělá vozovka)
- reakční doba řidiče

Fáze brzdění: 1. **fáze** - čas zaregistrování překážky a položení nohy na pedál (není sešlápnut)

- reakce řidiče 0,5 – 0,7 s .
- toto časové rozmezí znamená dráhu:

7 - 10 m pro 50 km/hodinu

12,5 - 17,5 m pro 90 km/ hodinu

18 - 25,3 m pro 130 km / hodinu

2. **fáze** - čas prodlevy brzdění, to je doba mezi počátkem položení nohy na pedál a účinkem brzdy . (0,05 – 0,15 s)

3. **fáze** - aktivace brzd, to je doba mezi počátkem účinku brzdy a vzniknutí maximálního účinku brzdy .

4. **fáze** - maximální brzdění do doby úplného zastavení vozidla nebo sundání nohy z pedálu .

Brzdy

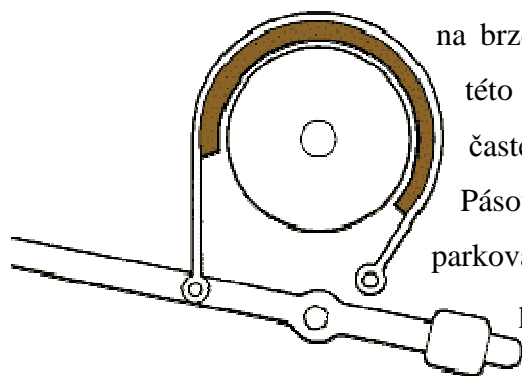
Brzdy jsou důležitou částí vozidla a také nejvýznamnějším činitelem v aktivní bezpečnosti. Funkce brzd je bezpečně zastavit, popřípadě zpomalit vozidlo a také jeden ze způsobů, jak

předejít dopravní nehodě. Brzdy dokážou vytvořit takový brzdící efekt, ve kterém se ztratí veškerá energie automobilů, energie kinetická, a ta je závislá na kvadrátu rychlosti a hmotnosti automobilu. Efekt brzd je způsoben mechanicky, vzniká například třením čelistí o ocelový buben nebo třením brzdových destiček o kotouč. Ovládní brzd se může provádět mechanicky, pneumaticky se vzduchem stlačeným nebo hydraulicky. Tyto způsoby ovládní lze kombinovat. U všech automobilů je nutné, aby měly minimálně dva nezávislé brzdové okruhy, kde první okruh brzd jsou brzdy provozní a druhý okruh brzd jsou brzdy parkovací.

Provozní brzdy: - Pásová brzda
 - Bubnová brzda
 - Kotoučová brzda

Parkovací brzdy: - Parkovací brzda

Pásová brzda – charakteristika pásové brzdy se vyznačuje jednoduchostí konstrukce. Je tvořena ocelovým válcem, na který dosedá ocelový brzdící pás s brzdovým obložením. Působí



na brzdu malou silou a vytváří lepší brzdový efekt. Slabina této brzdy je malá schopnost odvodu tepla, tím dochází k častému zahřívání brzdy a tím pádem klesá účinnost. Pásovou brzdu můžeme nalézt u některých automobilů jako parkovací, ale také se nachází například u planetových převodovek kde figuruje jako synchronizační spojka nebo jako brzda korunového kola.

Obr.2 Pásová brzda

Bubnová brzda - je v porovnání s pásovou brzdou konstrukčně mnohem složitější. Části bubnové brzdy tvoří brzdový buben, brzdové čelisti s obložením a rozpínací mechanismus (obsaženo buď hydraulickým členem nebo brzdovým klíčem). Lze doplnit automatickým stavěčem odlehlosti brzdových čelistí a mechanickým rozpínacím systémem parkovací brzdy. Při sešlápnutí brzdového pedálu a zapojení brzdového systému dochází k rozpínání brzdových čelistí s obložením, které se tak dotýká vnitřní strany bubnu, čímž dochází ke tření. Během tření nabíhá jedna čelist na obvod bubnu a nazývá se náběžná čelist. Druhá čelist nabíhá proti směru otáčení brzdového bubnu a nazývá se úběžná čelist. Větší brzdový účinek má náběžná čelist, proto se vyrábějí i složitější dvounáběžné brzdy. Bubnová brzda se již běžně používá jako provozní. U moderních automobilů se objevuje pouze na zadní nápravě, ale i zde je často nahrazována brzdou kotoučovou. Její nevýhodou je možnost přehřátí při dlouhém intenzivním brzdění a z toho vyplývající ztráta brzdícího účinku.



Obr.3 Bubnová brzda

Kotoučová brzda - je modernější než brzda bubnová, poprvé se v osobních vozech objevila na přelomu padesátých a šedesátých let dvacátého století. Kotoučové brzdy se používají většinou na přední nápravě, u silnějších vozů i na zadní. Vozidla s elektronickou stabilizací podvozku (ESP) mají kotoučové brzdy na všech kolech. Kotoučové brzdy dosahují vyššího brzdného účinku a lze u nich lépe odvádět teplo. Kotoučová brzda se skládá z brzdového kotouče pevně spojeného s nábojem kola, brzdového třmenu s hydraulickými válečky, výměnných brzdových destiček a zařízení, které zabraňuje vypadnutí brzdové destičky ze třmenu. Brzdného účinku je dosaženo třením brzdových destiček o kotouč, který je chlazený proudícím vzduchem a brzda si tak zachovává trvale dobrý brzdný účinek. Vedle toho je



Obr.4 Kotoučová brzda

možné jednoduchou změnou průměru kotouče dosáhnout výrazně vyššího brzdného účinku, což je z výrobního hlediska výhodné u vozidel stejného typu s motorem o různém výkonu. Kotoučová brzda je koncipovaná jako provozní s hydraulickým ovládním. Není-li vybavena mechanickým rozpínáním, nedá se použít jako brzda parkovací.

Parkovací brzda - má za úkol zabránit nežádoucímu pohybu vozidla při stání. U osobních automobilů je parkovací brzda u kol zadní nápravy s bubnovými brzdami, které mají jako svojí součást i rozpínací mechanismus parkovací brzdy. Její ovládním je mechanické a to zejména lanovody. U vozidel, jejichž zadní náprava je vybavena kotoučovými brzdami, nelze použít klasické parkovací brzdy s mechanickým ovládním. Zde je použita pásová brzda nebo je tato brzda použita na výstupní hřídeli převodovky.

Řízení provozních brzd lze hydraulicky nebo pneumaticky.

Brzdová soustava má zapojení navržené z ohledem na vyšší bezpečnost jako:

- 2 – okruhová - klasické zapojení
 - křížové zapojení
 - klasické zapojení s dvojitými brzdovými třmeny
 - křížové zapojení s dvojitými brzdovými třmeny
- 3 – okruhové - se vyskytují u nákladních vozidel

Klasické zapojení – první okruh ovládá kotoučové nebo bubnové brzdy zadní nápravy a druhý okruh ovládá kotoučové brzdy u přední nápravy.

Křížové zapojení – první okruh má na starosti ovládání kotoučové brzdy pravého nebo levého předního kola a brzdy levého nebo pravého zadního kola. Druhý okruh ovládá brzdu buď levého nebo pravého předního kola a brzdu pravého nebo levého zadního kola. Z toho vychází, že oba okruhy působí v automobilech úhlopříčně.

Klasické zapojení s dvojitými brzdovými třmeny - první okruh ovládá brzdové válečky prvního okruhu kotoučové brzdy pravého a levého kola přední nápravy a brzdy zadní nápravy. Druhý okruh řídí brzdové válečky druhého okruhu u brzd přední nápravy.

Křížové zapojení s dvojitými brzdovými třmeny – první okruh ovládá brzdové válečky brzd prvního okruhu na přední nápravě a jedno zadní kolo. Druhý okruh ovládá brzdové válečky brzd druhého okruhu na přední nápravě a druhé kolo zadní nápravy. [3]

ABS (Antiblock Braking System)

ABS je systém, který zabraňuje zablokování kol při prudkém zabrzdění, to znamená, že tím nedojde ke ztrátě přilnavosti mezi kolem a vozovkou, čímž zachovává stabilitu, říditelnost a ovladatelnost automobilech v kritických situacích (například při prudkém zabrzdění, nebo při brzdění na mokré vozovce). Na počátku 20. století se objevovaly nápady, jak by šlo zabránit blokování kol při prudkém brzdění. Přišla na to až firma Bosch a v roce 1936 požádala patent na „Zařízení na zabránění silného brzdění kol motorového vozidla“. Rok vývoje se ale datuje na rok 1978. Vznik ABS se počítá hlouběji do roku 1929, kdy tento systém vynalezl konstruktér letadel a automobilech Gabriel Voisin, který pocházel z Francie. ABS dokáže zmenšit brzdovou dráhu v podmínkách, kdy je vozovka například mokrá, zledovatělá nebo zasněžená, ale při suché vozovce může brzdový úsek lehce prodloužit.

Na systém ABS jsou kladeny tyto požadavky, které by měl zvládnout:

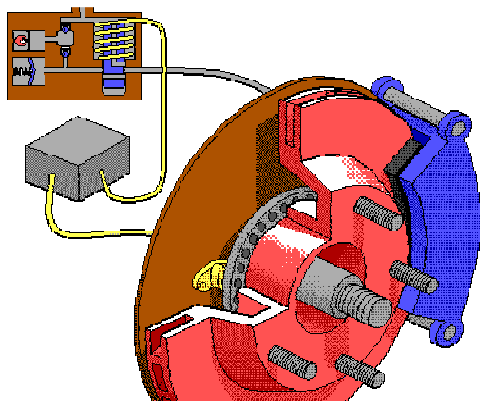
- Zajistit **stabilitu** a **ovladatelnost** vozidla při všech stavech jízdní dráhy - od suché až po náledí.
- Přizpůsobení změnám **přilnavosti** vozovky.

- **Zabránění rozkvyání** automobilu.
- **Rozpoznat aquaplaning** a patřičně na něj zareagovat.
- **Kontrolovat bezchybnost systému ABS** pomocí bezpečnostního systému – pokud dojde k závadě, tak systém vypnout a informovat řidiče pomocí kontrolky na palubní desce.

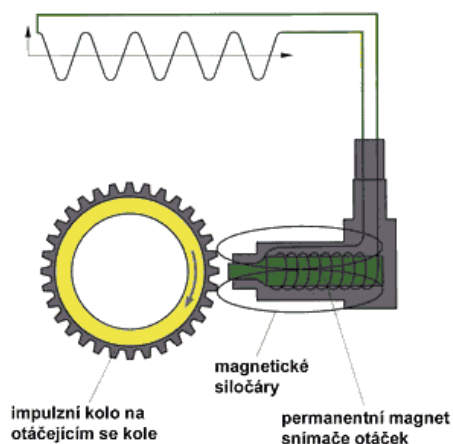
Starší ABS systémy byly zaměřeny pouze na přední kola vozidla, ale moderní systém ABS se zaměřuje na všechna kola vozidla bez ohledu, zda se jedná o brzdové nebo kotoučové brzdy.

Hlavní části ABS systému:

- Impulsní kroužky na nábojích kol
- Snímače otáček kol
- Řídící jednotka
- Řídící ventily elektrohydraulické nebo elektropneumatické



Obr.5 Základní části ABS systému



Obr. 6 Princip činnosti snímače

Princip činnosti - každé kolo má vlastní indukční snímač otáček, který dává řídicí jednotce informace o rychlosti otáčení jednotlivých kol. Jestliže řídicí jednotka dostane signál, že je kolo zabrzděné, na krátkou dobu sníží tlak v brzdovém systému a tím způsobí, že kola se dají opět do pohybu. Systém ABS může uvolnit kolo 12x-16x za sekundu a tím je zabezpečeno otáčení se kol a ovladatelnost automobilů. Když dojde k prudkému brzdění, systém drží brzdnu sílu na mezi přilnavosti, dochází při něm k zablokování kol a následnému uvolnění kola v rychlém sledu za sebou do doby, než vozidlo zastaví. [3]



Obr.7 Řízení s ABS systémem



Obr. 8 Řízení bez ABS systému

CBC (Cornering Brake Control)

CBC (Kontrola brzdění v zatáčkách). Systém CBC je doplňková funkce systému ABS a má za úkol potlačovat momenty kolem svislé osy automobilu, které se projevují při brzdění v zatáčkách . Jednoduše řečeno reguluje velikost brzdícího tlaku na každé kolo zvlášť. [3]

BAS (Brzdový Asistent)

Brzdový asistent sleduje rychlost sešlápnutí brzdového pedálu a zároveň i tlak působený na tento pedál. Na základě těchto informací se zhodnocují kritické okamžiky a v okamžiku potřeby se zvýší tlak v brzdě soustavě. Z toho vyplývá, že se zvýší brzdny efekt a brzdna dráha se zmenší o 20%.

Dělení BAS podle typu: - elektronický

- hydraulický

- mechanický

Principy těchto asistentů jsou prakticky stejné liší se jen v oblasti snímání pro činnost požadovaných hodnot a v oblasti typu řízení vlastní činnosti zařízení. BAS má schopnost dosáhnout maximálního brzděho efektu v co nejkratším časovém intervalu a zároveň spolupracuje s posilovačem brzd a využívá plně vlastnosti ABS. Čidlo, které sleduje dynamické hodnoty (rychlost a síla stlačení brzdového pedálu) se nachází pod brzdovým pedálem. Sepnutí BAS se řídí pomocí mezní hodnoty výkonu, která se získá jako součin rychlosti a síly. Nastavení mezní hodnoty se získá zkušenostmi z provozu, aby byly potlačeny nežádoucí účinky brzděho systému v situacích, kdy ho není potřeba (například při situaci, kdy se s vozidlem pohybujeme v koloně a pomalu přibrzdujeme).

Jakmile dojde k naplnění mezní hodnoty, dojde ke spuštění brzděho asistenta respektive ke zrychlení brzdění a zmenšení času k dosažení maximálního brzděho efektu. V momentu sundání nohy z pedálu brzdy se automaticky BAS vypne. Cíl tohoto systému je zkrátit

brzdou dráhu při špatné reakci řidiče. Nastávají situace, kdy méně zkušený řidič reaguje zbrkle, sešlápnou pedál rychle malou silou nebo naopak sešlápnou pedál pomalu a velkou silou. V této situaci nastupuje systém BAS. U řidičů, kteří jsou zkušený a reagují sešlápnutím pedálu rychle a s působením velké síly respektive využívají maximálního brzdového efektu systému vozidla se spoluprací ABS. Na základě zkoušek bylo zjištěno, že s aktivací BAS systému dochází ke zmenšení brzdné dráhy až o 20 % .[3]

EBV / EBD (Elektronický Rozdělovač Brzdné Síly)

EBV pochází z němčiny (Elektronische Bremskraft - Verteilung) a EBD z angličtiny (Electronic Brakeforce Distribution). Tento systém optimálně automaticky rozděluje brzdny efekt na jednotlivá kola vozidla v závislosti na aktuálním stavu vozovky, na rychlosti, na zatížení atd. Požadavek na systém spočívá v tom, že při normálním brzdění by měl tento systém zajistit, aby se brzdna síla rovnovážně rozdělila mezi přední a zadní kola na základě dynamického a statického zatížení kol. Tento systém se chová jinak u zatíženého vozidla (více osob ve vozidle) a jinak u nezatíženého vozidla (pouze řidič). Když máme vozidlo zatížené, zatížení se projevuje na zadních kolech a systém nasměruje větší brzdnu sílu na zadní nápravu. U nezatíženého vozidla působí zatížení na přední kola a systém nasměruje brzdny efekt na přední nápravu. Z toho tedy vyplývá - čím větší zatížení bude na přední nápravě, tím větší část brzdneho účinku jí bude systémem přidělena a naopak. Technologie EBV / EBD je součástí ABS systému a tím pádem umožňuje regulovat jak velikost brzdneho účinku na dané kolo tak, aby mohlo dosáhnout maximální brzdneho efektu, tak i to, aby se kolo mohlo dále odvalovat a tím pádem zůstalo vozidlo říditelné. [3]

MSR (Regulace točivého momentu motoru)

MSR pochází z němčiny (Motor-Schleppmoment-Regelung). Využití tohoto systému můžeme nalézt u vozidel s dieslovým motorem neboť tyto motory mají vysoký točivý moment a mají tendenci zablokovávat kola při brzdění motorem v prostředí, kdy je vozovka mokrá a kluzká a následnému smykovému efektu. To je situace, kdy se automobil stává neovladatelným. Tyto problémy eliminuje právě systém MSR, protože dokáže předem určit úmysl kol se zablokovat a na tuto činnost reaguje automatickým zvýšením otáček motoru. S tím je spjat točivý moment na kola a výsledkem je ovladatelnost vozidla. MSR je přídatnou funkcí ABS systému a úzce s tímto systémem spolupracuje. Mají mezi sebou spojeny řídicí jednotky ABS systému, MSR systému i motor a mají tak kontabilní software.

Například máme-li prostředí, kdy je vozovka kluzká nebo mokrá, začneme ubírat plyn (brzdění motorem) nebo podřadíme a tím se vytváří točivý moment, který působí na hnací

kola. Dochází k brzdění vozidla a zároveň ke smyku. To je způsobené silným brzděním motorem, To znamená, že je dosaženo moc velkého točivého momentu. Čidlo ABS systému, které zaznamenává jednotlivá kola, dokáže určit úmysl kola k zablokování. Poté je čidlem zpětnovazebně vyslán signál přes CAN – BUS sběrnici dat (Controller Area Network, CAN – BUS je sběrnice používaná pro vnitřní komunikaci senzorů a funkčních jednotek ve vozidle) do řídicí jednotky motoru, který zvýší otáčky motoru. Výsledkem je dosažení zmenšení brzdného točivého momentu motoru a zároveň k odblokování kol. Zároveň dochází k ovladatelnosti automobilu. Systémy ABS a MSR dokáží zachovat ovladatelnost vozidla při silném brzdění motorem a to i při zhoršených podmínkách na vozovce (mokrá, kluzká). [3]

BDW (Osušování brzdného kotouče)

BDW (Brake Disc Wipping). Tento systém slouží k zvýšení brzdného efektu při deštivých podmínkách. Brzdová obložení jsou v přednastavených časových intervalech na krátký čas přidržená k brzdovým kotoučům a to má za následek, že se voda na brzdném kotouči odpaří působením tření a tím se nezmenší efekt brzd. [4]

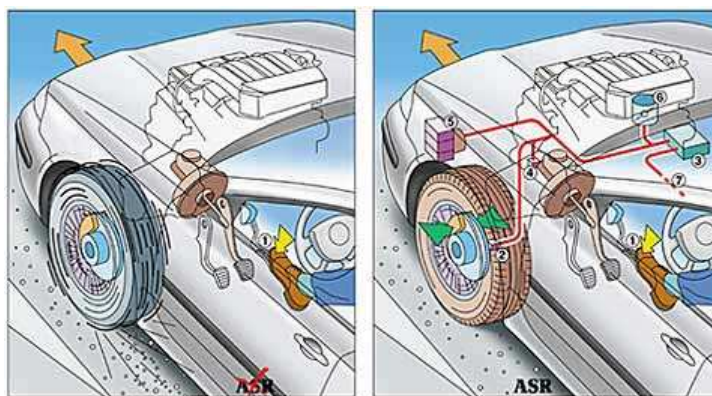
4.2. Rozjezdové systémy vozidla

Rozjezdové systémy vozidla:

- 1) **ASR systém**
- 2) **ASC systém**
- 3) **DTC systém**
- 4) **EDS systém**
- 5) **ETC systém**
- 6) **ETS systém**
- 7) **TCS systém**
- 8) **TC systém**

ASR systém (Antriebs – Schlupf – Regelung)

ASR v překladu z němčiny znamená protiprokluzový systém. Má na starosti zajištění přenosu hnací síly od motoru na povrch vozovky. Lépe řečeno zamezuje protáčení poháněných kol pomocí zmenšení výkonu motoru. V momentě, kdy se poháněná kola začnou protáčet, ASR systém reaguje zmenšením točivého momentu motoru na hodnotu, kterou jsou kola za aktuálních podmínek přilnavosti vozovky schopná přenést, aniž by docházelo k protáčení kol.



Obr.9 Bez ASR systému

Obr.10 S ASR systémem

ASR spolupracuje se systémem EDS (Elektronische Differenzial – Sperre) a také s řídicí jednotkou motoru. Protiprokluzový systém může být aktivní pro každou rychlost automobilu narozdíl od EDS systému a tím pádem je bezpečnost a stálost jízdy na mokré vozovce větší. Navíc je zabezpečena plynulost zrychlení bez prokluzu kol. Jízdní stabilitu zvyšuje i při jízdě v zatáčkách, kdy ASR systém ovládá prokluz při nedotáčivosti automobilu.

Čidla kol, která spolupracují s ABS systémem, snímají otáčky kol hnané nápravy. Zároveň řídicí jednotka, která je také ve spolupráci s ABS systémem, porovnává tyto hodnoty s otáčkami kol nepoháněné nápravy. Prokluzuje-li hnací kolo(kola) reaguje řídicí jednotka přibrzděním kola. V případě větší rychlosti je přikázáno řídicí jednotkou motoru, aby se zmenšil točivý moment motoru pomocí ubrání plynu a výsledkem je zamezení protáčení kol.

Činnost ASR systému můžeme zjistit pomocí kontrolky na palubní desce vozidla. Tato kontrolka nám také říká, že se vozidlo nachází na vozovce se špatnou přilnavostí.

V ASR systému je zabudován ještě systém EDS (elektronická uzávěrka diferenciálu), který je aktivní do rychlosti 40 km/h.

Na podobném principu jako ASR systém, ale s o něco lepším přenosem hnací síly z motoru na vozovku, pracují i systémy:

- **ASC systém (Automatic Stability Control)** - automobilka BMW
- **DTC systém (Dynamic Traction Control)** - automobilka BMW
- **ETC systém**
- **ETS systém**
- **TCS systém (Traction Control Systém)** – automobilka Honda, Ford
- **TC (Traction Control)** - automobilka Opel

Liší se označením u různých automobilek a je znám pod pojmem „elektronický protiprokluzový systém“.

EDS systém (Elektronische Differenzial – Sperre) – tato technologie slouží jako elektronická uzávěra diferenciálu. EDS automaticky zpomaluje protáčeující se kolo hnací nápravy s úmyslem srovnat silový poměr na obou kolech. Řídící jednotka díky čidlům ABS systému souvisle zaznamenává a vyhodnocuje otáčení hnacích kol. Jestliže řídící jednotka zjistí, že dochází k prokluzu kol, systém ABS/EDS protáčeující se kolo přibrzdí. Po této činnosti dojde ke srovnání točivého momentu na obou hnacích kolech a výsledkem je, že nedojde k jejich prokluzu.

U poháněné nápravy s diferenciálem působí za předpokladu stejných adhezních poměrů mezi pneumatikou a kolem stejně velký krouticí moment MA. Pokud je tření mezi kolem a vozovkou dostatečné, kola přenesou na vozovku všechny hnací moment. Každé kolo tedy přenáší 50% celkového hnacího momentu.

Pokud je na jedné straně vozovky více kluzký povrch, tedy povrch s nižší adhezí, určuje velikost přenášeného hnacího momentu kolo s nižším součinitelem tření. Nápravový diferenciál stále rozděluje hnací moment v poměru 50:50, a pokud jedno kolo nemůže přenést hnací moment, sníží se velikost přenášeného momentu na obou kolech současně. Dojde-li k překročení hranice přilnavosti na jednom kole, kolo se začíná protáčet.

Nyní začíná fungovat systém elektronické uzávěry diferenciálu. Protáčení kola s nižší adhezí ihned zaznamená řídící jednotka ABS/EDS prostřednictvím snímače otáček. Řídící jednotka ECU začne mírně přibrzďovat protáčeující se kolo. Tím vyvolá brzdny moment MB, který pomůže dorovnat momentový poměr na nápravě. Díky tomuto brzdnému momentu může nyní kolo s vyšší adhezí přenášet větší sílu na vozovku a nedochází k prokluzu. [5]

EDS systém se používá nejčastěji v zimě, například při rozjezdu automobilu, kde se jedno kolo nachází na sněhové části vozovky nebo při jízdě do kopce, kde vozovka je mokrá, kluzká a jednostranná. [3]

4.3 Stabilizační systémy

Elektronické stabilizační systémy

Stabilizační systémy zajišťují bezpečnější reakci automobilu v kritických momentech obzvláště v zatáčkách. Systém při jízdě vozidla kontroluje faktory, které by vyvolaly například smyk a systém by reagoval přibrzděním kol a srovnal by vozidlo do jízdního směru. Z faktorů jsou to třeba rychlost, pootočení volantu. Součástí těchto stabilizačních systémů je i aktivní podvozek, který se přizpůsobuje jak řidiči tak i vozovce.

Stabilizační systémy jsou jinak označené u různých automobilek:

- ESP systém (Elektronic Stability Program) - Škoda, Peugeot
- AHS systém (Active Handling Systém) – Chevrolet

- DSC systém (Dynamic Traction Control) – BMW
- PSM systém (Porsche Stability Management) – Porsche
- VDC systém (Vehicle Dynamics Control) – Subaru
- VSC systém (Vehicle Stability Control) - Lexus

ESP systém (Elektronic Stability Program) – význam zkratky je elektronický stabilizační program. Tento systém pomáhá řidiči, aby při nějakém kritickém okamžiku (například když z nákladního automobilu, který jede před vozidlem, vypadne nějaká překážka na vozovku atd.) dokázal zvládnout situaci. Automobil je posetý čidly, které mají na starosti kontrolovat jeho aktuální jízdní stav. Data z těchto čidel jsou zpracována řídicí jednotkou a srovnávána s vypočtenými daty, které reprezentují správný způsob jízdy. Jestliže dojde k odlišným hodnotám, systém ESP se automaticky aktivuje a automobil srovná. ESP využívá pomoc ABS systému a protiskluzové systémy (ASC, ASR a atd.).

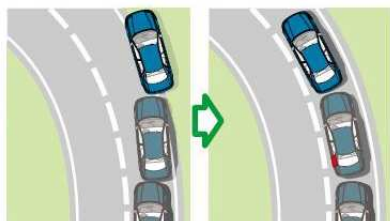
Hlavní jednotkou ESP systému je jako u všech elektronických systémů (MSR, ABS, EBV/EBD atd.) řídicí jednotka. Tato jednotka má za úkol srovnávat data skutečné jízdy a daty vypočítanými. Dalo by se říct, že řídicí jednotka vyhodnocuje 2 body:

- 1. bod - vyhodnocuje směr jízdy vozidla, kde se zjišťuje úhel natočení volantu a otáčení kol, informace získává z čidel.
- 2. bod – vyhodnocuje skutečný jízdní stav vozidla, kde se zjišťuje příčné zrychlení a točivý moment setrvačnosti.

Z těchto dvou bodů vychází ESP systém, který srovnává požadovanou trasu vozidla s reálnou trasou. Kdyby byly informace rozdílné, systém ESP by reagoval automaticky.

Při aktivaci ESP dojde k regulaci točivého momentu motoru a ke zbrzdění jednoho nebo více kol. Myšleným brzděním systému vzniká opačný točivý moment, než je točivý moment u smyku. Při jízdě v zatáčce může nastat u vozidla smyk nedotáčivý nebo smyk přetáčivý.

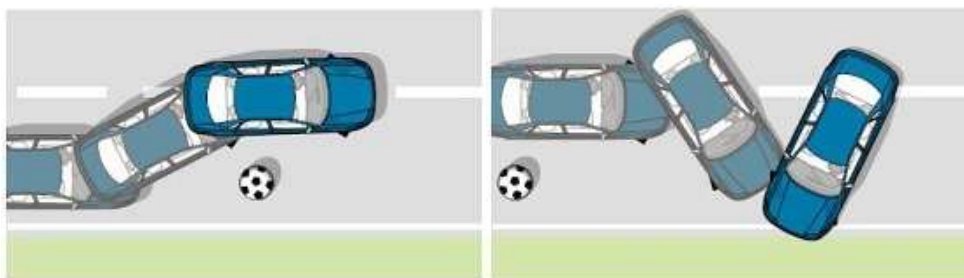
- **Smyk nedotáčivý** systém řeší snížením otáček motoru a přibrzděním zadního kola na vnitřní straně, tím dojde ke stabilizování vozidla od smyku.
- **Smyk přetáčivý** ESP řeší přibrzděním předního vnějšího kola na straně zatáčky a sníží otáčky motoru, popřípadě i samočinně převodovky a po sléze dojde k ustálení smyku.



Obr.11 Nedotáčivý smyk v zatáčce



Obr. 12 Přetáčivý smyk v zatáčce



Obr. 13 Bez ESP systému



Obr. 14 ESP systém



Obr. 15 ESP systém

Kontrolka aktivace ESP systému je na palubní desce vozidla, kde ho lze vypnout například při jízdě se sněhovými řetězy. Ze statistik vyplývá, že ESP systémy jsou velice efektivní a je možné, aby zabránily 1/10 nehod, kdyby je měla všechna vozidla. Z Evropské Unie dokonce vyšlo rozhodnutí vybavit tímto systémem do roku 2014 všechna vozidla. Dnes tento systém vlastní „pouze“ 42% automobilů dražšího typu ve státech EU. [3]

RSC (Roll Stability Control)

Roll Stability Control znamená v překladu stabilizační systém proti převrácení vozidla a používá ho automobilka Volvo. Využívá se v kritických momentech, kdy je vozidlo donuceno k úhybnému manévru. V této situaci začínají snímače rychlosti a úhlu náklonu vozidla sdělovat informace do řídicí jednotky dynamického ESP systému. Systém reaguje zmenšením výkonu motoru a přibrzdí jednotlivá kola podle situace. Tato technologie RSC se používá u automobilu s označením SUV (Sport Utility Vehicle) respektive sportovní užitková vozidla. Tato vozidla jsou charakterizovaná vyšší polohou těžiště, pohonem 4x4, robustní konstrukcí,

větší spotřebou a vyššími emisemi CO₂, jsou prostornější, mají zvýšený posed atd. Například jsou to vozidla Mitsubishi Outlander, Škoda Yeti, Fiat Panda 4x4. [3]

ADS (Adaptive Damping Systém)

V překladu to značí adaptivní systém tlumení, tuto zkratku lze nalézt i pod německým názvem (Adaptive Dampfung – Systém). Tento systém používá například automobilka Mercedes-Benz. ADS se samočinně přizpůsobí charakteristice tlumičů a současným podmínkám na vozovce.

Aktivní podvozek je takový podvozek, který obsahuje systémy ovládané elektronicky odpružení náprav a tlumení jejich kmitů. Funkce spočívá v ovládaní odpružení a tlumení jak přední tak i zadní nápravy vozidla pomocí řídicího systému, čímž se dosáhne ideální podmínky pro jízdu vozidlem. Automobil s ADS systémem prokáže vysokou bezpečnost v jízdných vlastnostech, větší pohodlnost při jízdě, ale také působí pozitivně na podvozek, na jednotlivé části podvozku a tím zvyšuje životnost jak jednotlivých komponentů, tak celého automobilu. Vozidla, která obsahují pružení vzduchové, kapalinové nebo kombinaci těchto dvou možností odpružení, lze lépe regulovat charakteristiky podvozku tzn. lepší podmínky podvozku při jízdě, než u vozidel s odpružením mechanickým a kapalinoplynými tlumiči, kde lze regulovat pouze charakteristiku tlumení.

Nejvíce používaným řešením je kompromis, kdy je použito základního mechanického odpružení s přídatnými vzduchovými pružinami a regulovatelné kapalinové tlumiče pérování. Elektronická řídicí jednotka vyhodnocuje údaje ze snímačů polohy kol vůči rámu podvozku (karosérii), rychlosti vozidla a příčného a podélného zrychlení. Na základě zjištěných údajů, které jsou počítačem porovnávány s údaji v paměti, je vydán digitalizovaný příkaz (v digitalizované formě jsou i údaje ze snímačů) k zachování či změně objemu vzduchových pružin a průtokových poměrů tlumičů. Akčními členy jsou u těchto systémů obvykle dvojcestné a trojcestné ventily s elektromagnetickým ovládním v kapalinovém i vzduchovém okruhu odpružení a tlumení. Podle volby řidiče lze zpravidla nastavit základní tvrdou (sportovní) a měkkou (komfortní) charakteristiku odpružení a tlumení. Některé systémy mají regulovány pouze tlumiče a nemají přídatné vzduchové pružiny. [3]

SBC systém (Sensotronic Brake Control)

SBC - je označení elektro-hydraulického brzdového systému od firmy BOSCH. **Systém je doplňkem ABS, umožňuje elektronickou regulaci brzdové soustavy.** V případě potřeby systém umožňuje zesílení brzdného účinku nebo ho reguluje v závislosti na aktuálním jízdním stavu. Systém SBC výrazně zvyšuje bezpečnost a komfort brzdění. Systém SBC je

využíván u vozidel vybavených brzdovým systémem Brake-by-Wire, tedy elektronicky řízenými brzdami. Snímače evidují, s jakou intenzitou řidič ovládá brzdový pedál. Pomocí těchto signálů vypočítá systém SBC potřebný brzdový tlak pro jednotlivá kola. Brzdový tlak je pak rozváděn přes hydraulickou jednotku z vysokotlakého zásobníku do kolových brzd. Systém reaguje velmi rychle, neboť ve vysokotlakém zásobníku je brzdová kapalina vždy pod tlakem kolem 140 barů.

Elektronické řízení brzdového účinku každého kola zvlášť umožňuje do výpočtu brzdového tlaku pro každé jednotlivé kolo aplikovat také informace z elektronického stabilizačního programu ESP. Systém ESP při zatáčení brzdí vnější kola silněji než kola vnitřní, což zvyšuje stabilitu. **Do elektroniky SBC je také integrována funkce brzdového asistenta.** Když systém zjistí velmi rychlé, ale zprvu nedostatečně silné sešlápnutí brzdového pedálu, pokládá to za nouzovou situaci a zvýší tlak v brzdovém potrubí.

Individuální elektronická regulace brzdového tlaku na kolech pomocí SBC také optimalizuje funkci elektronického stabilizačního systému ESP. ESP může, díky neustálému tlaku v brzdovém potrubí, působit dříve a díky elektronické regulaci ještě s lepším odměřováním brzdné síly. Také známé pulzování brzdového pedálu při aktivaci ABS se z důvodu elektrického propojení mezi pedálem a brzdovou soustavou již nevyskytuje. [6]

4.4 Komfortní systémy

Komfortní systémy bychom mohli rozdělit do několika kategorií:

- a) **Zajištění bezpečnosti vozidla** – centrální zamykání, alarm
- b) **Zvýšení komfortu ovládání** – elektricky ovládaná okna, zrcátka
- c) **Usnadnění řízení při jízdě nebo parkování** - parkovací asistent, adaptivní světlomety (natáčecí, přisvěcování mlhovkou), adaptivní tempomat (ACC), jízda do kopce (HHC), jízda z kopce (HDC), systémy monitorování stavu řidiče (Awake), navigace (APS)
- d) **Zajištění pohodlí posádky** - klimatizace, Elektricky nastavitelná sedadla, RSE (zábavní systém pro zadní sedadla).

Zajištění pohodlí posádky vozidla

- Klimatizace** - u klimatizace jsou vstupy: teploty, polohy klapek, tlak chladicího média, sluneční senzor, napájecí napětí, rychlost vozidla, otáčky motoru
- výstupy: řízení ventilátoru, řízení kompresoru, pohony klapek, ovládání ventilátorů dochlazování

Uspodnění řízení při jízdě nebo parkování

Parkovací asistenti (PDC, parktronic, APGS) – tyto technologie pro parkování se používají pro kontrolu místa před nebo za automobilem nebo kolem vozidla. K této činnosti slouží ultrazvukové snímače zaznamenávající vzdálenosti na způsob echo-lokace. Tyto snímače jsou umístěny v náraznících a karoserii vozidla. Parkovací asistenti dokážou detekovat nejen stojící vozidla ale také obrubníky, betonové sloupky atd. a to díky snímačům v karoserii. Při parkovacích úkonech je řidič systémem akusticky nebo opticky varován před blížící se překážkou a řidič provádí manuálně parkování. Systém parkování můžeme rozdělit na poloautomatické nebo automatické. **Poloautomatický systém** přesně spočítá parkovací úkon a elektricky navádí řidiče pomocí akustiky nebo optiky, jak má zaparkovat. **Automatický systém** obsahuje radar, který sleduje prostory pro zaparkování a překážky. Systém ovládá vozidlo pomocí elektrického servořízení, kdy řidič kontroluje vozidlo brzdovým nebo akceleračním pedálem pomocí instrukcí asistenta nebo systém nasměruje vozidlo samo. Automatický systém s označením APGS vyrobila Toyota pro svá vozidla Lexus LS a Toyota Prius. [4]

Adaptivní světlomety (AFL) – mají lepší rozsah viditelnosti pro řidiče do míst, které by normální statické světlomety neumožnily. Když automobil jede do zatáčky, křižovatek nebo do úzkých míst, hlavní světlomety reagují samočinně na směr jízdy v závislosti na úhlu natočení volantu, rychlosti automobilu, úhlové rychlosti vozidla kolem svislé osy, naklonění vozidla, zatížení vozidla a stupeň okolního osvětlení. Odbočovací světlomet slouží při odbočování a aktivuje při aktivaci směrového znamení od řidiče. [4]

Night Vision – tato technologie je zaměřena na noční vidění a dává řidiči informace o překážkách před automobilem, které by řidič pouhým pohledem zpozoroval. Vyvíjí je společnost Siemens VDO nebo Bosch. Tento systém obsahuje laserové světlomety vyzařující infračervené světlo, které osvětluje vozovku před automobilem a obrazové informace jsou zprostředkovány infračervenou kamerou, která je umístěna ve zpětném zrcátku. Finální obraz sleduje řidič na LCD displeji, který je v černobílém kontrastu. Použití tohoto systému nejen zvýší viditelnost do 150 m, ale také velice pomůže při nevyhovujících klimatických podmínkách. Night Vision dokáže analyzovat osoby, zvířata, značky na vozovce a další silniční překážky. [4]

Prvky Komfortních systémů se dělí na:

Zvýšení komfortu ovládání

Elektrické ovládání oken a zrcátek

Vstupní hodnoty: proud motoru stahování nebo Hallův snímač otáčení, poloha zrcátka (potenciometry), informace o zamykání nebo odemykání vozidla, snímač světla

Výstupní hodnoty: řízení motoru stahování, pohon naklápění nebo sklápění zrcátka, řízení stahování zrcátka.

Funkce: obsahuje automatické dorazy, uvolnění sevřené překážky $F_{max} = 100N$, dětská pojistka, komfortní zavírání nebo otevírání oken a sklopení zrcátek při zamykání nebo odemykání. Mezi další funkce patří paměť polohy zrcátek, dále změna polohy při zařazené zpátečce, regulace tmavosti zrcátek v závislosti na osvětlení (eliminace oslnění).

Zajištění bezpečnosti vozidla

Centrální zamykání –vstupy: poloha zámků, dveřní kontakt, čidlo hlídání vnitřního prostoru (IRU), snímač náklonu (NGS), rychlost vozidla

– **výstupy:** řízení motorů zámků, siréna alarmu (zálohovaná)

– **funkce:** - zámky mají 3 situace – (odemčeno, zamčeno, zabezpečeno)

- automatické zamčení po rozjetí vozidla

- identifikace dálkového ovladače (klíče)

Komfortní systémy by se daly rozdělit na:

- Komfortní funkce
- Bezpečnostní funkce

Charakteristika komfortní funkce

– vzájemná spolupráce systémů automobilu zajišťující dílčí funkce

– optimalizace systémů umožňuje implementaci i ve vozech nižších tříd

– navigace, multimedia, RSE

Charakteristika bezpečnostní funkce

- pasivní i aktivní ochrana posádky (pásy s předpínači, airbagy, aktivní hlavové opěrky)

- pasivní i aktivní systémy ochrany okolí (chodci) při nehodě. [7]

5. Pasivní bezpečnost

Pasivní bezpečnost je chápána jako obor, který řeší problematiku chování vozidla a bezpečnost posádky při nevyhnutelné havárii vozidla. Legislativa tohoto oboru obsahuje například systém předpisů, ve kterých jsou obsaženy testy nejrůznějších parametrů automobilu a limitují prahové hodnoty biomechanických kritérií zranění, které smí být dosaženo předem daných parametrech srážky. Kritéria biomechaniky poranění vycházejí z fyzikálních veličin měřených v průběhu nárazového děje na zkušebních figurínách (crash test dummies), ty se zpracovávají a matematicky upravují do jednoduše interpretovatelného výsledku, který koreluje se závažností reálného poranění. Tím lze posoudit úroveň bezpečnosti zkoušeného vozidla včetně vlivu jeho zádržných systémů (bezpečnostní pásy, airbagy, energii hltící materiály, opěrky, atd.).

Systémy pasivní bezpečnosti jsou aktivní ve chvíli srážky vozidla a následně po nehodě. Například tuhost konstrukce karoserie, prostor pro přežití posádky vozidla, uložení agregátu, zavěšení pedálů, zádržné systémy to jsou prvky působící při nárazu. Po kolizi vozidla se aktivují systémy například protipožární, varovné systémy, automatické odemknutí dveří po havárii, přivolání pomoci e-call atd.

Homologační předpisy Evropské hospodářské komise (EHK)-OSN, Evropského společenství (ECE) a legislativou platné v ČR, tyto všechny předpisy a jejich požadavky jsou nutné respektovat při návrhu nové koncepce automobilu a jeho jednotlivých částí .

Úroveň pasivní bezpečnosti se určují pomocí nárazových zkoušek do deformovatelné nebo do tuhé bariéry, kde bariéra charakterizuje vozidlo nebo překážku. [8]

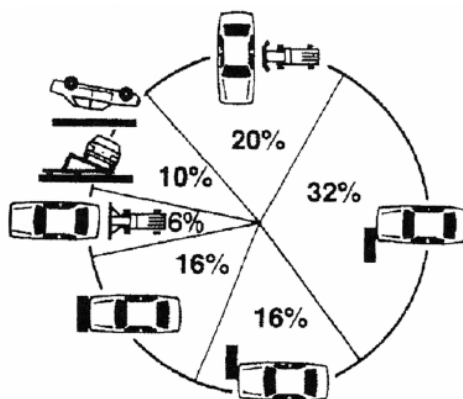
5.1 Bariérové zkoušky automobilů

Velikost prostoru ve vozidle a hodnota přetížení lidského organismu je rozhodujícím faktorem pro přežití posádky v automobilu. V pasivní bezpečnosti se dělí zkoušky na dynamické a statické a to buď u celého vozidla nebo u jednotlivých hlavních částí a příslušenství. Do **statických zkoušek** se řadí například zkoušky pevnosti a geometrie sedadel, zkoušky úchytů bezpečnostních pásů, závěsů bočních dveří atd. Mezi **dynamické zkoušky** patří crash testy, tyto tzv. crash testy testují odolnost karoserie vozidla nebo jednotlivé díly při zatížení dynamických účincích a správná funkčnost systému bezpečnosti.

Na obrázku 16 je zobrazeno nejčastější typy střetu vozidla, tyto hodnoty jsou zjištěné ze statistických průzkumů. Na základě tohoto průzkumu se provádějí některé nárazové zkoušky:

- Zkouška čelním nárazem do tuhé bariéry
- Zkouška vyosením nárazů na deformovatelnou bariéru (offsetový střet)
- Zkouška bočním nárazem
- Zkouška bočním nárazem do válcového tělesa
- Zkouška nárazu zezadu
- Zkouška převrácení automobilu

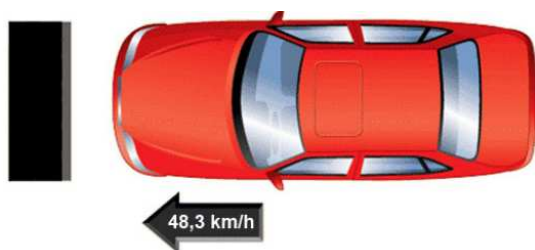
Než začnou samotné nárazové zkoušky, tak se před zahájení jednotlivých zkoušek provádí počítačové simulace jednotlivých typů nárazů a to do podrobností, jak chování jednotlivých částí karoserie vozidla, tak analyzování reakcí systému. Na základě výsledku simulací a crash testů se pokračuje ve zkoumání a zlepšování vozidel v oblasti pasivní bezpečnosti a také bezpečnost posádky v automobilu. [8]



Obr. 16 Rozdělení četnosti nehod

Zkouška čelním nárazem do tuhé bariéry

Vozidlo jede rychlostí v rozmezí 48,3 km/h až 53,1 km/h, kde narazí do pevné železobetonové bariéry. Hodnotí se posun tyče řízení, která nesmí porušit prostor posádky vozidla, aby mohla přežít. Dále se hodnotí posunutí horního konce sloupku řízení v podélném



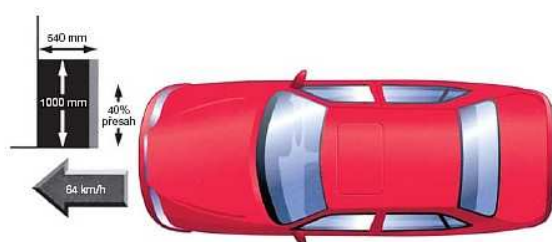
směru proti řidiči, která nesmí překročit hodnotu 127 mm. Tyto zkoušky se realizují na základě Evropské normy EHK-R 12. [9]

Obr.17 Čelní náraz vozidla

Zkouška čelním vyoseným nárazem do deformovatelné bariéry

Vozidlo jede rychlostí 56 km/h stanovené podle normy EHK –R 94 nebo jede rychlostí 64km/h podle normy Euro-NCAP a narazí do deformovatelné bariéry s přesahem 40 % šířky vozidla, kdy je bariéra postavená z železobetonových bloků jejichž hmotnost je 70 tun. Do automobilu je posazena figurína HYBRID 3 reprezentující řidiče vozidla. Tato zkouška charakterizuje srážku dvou protijedoucích vozidel, což je nejobvyklejší typ střetu vozidel.

V této zkoušce se analyzuje figurína a vozidlo, kde se u vozidla určuje jak moc poskytlo ochranu řidiči a spolujezdce a u figuríny se určuje jakého zranění dosáhla při této zkoušce,

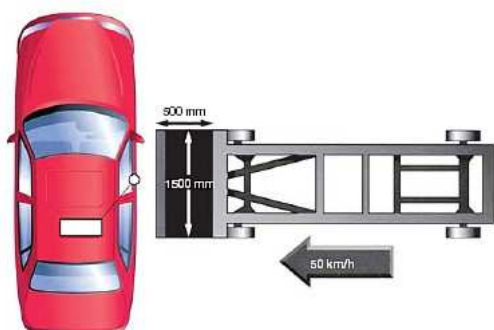


respektive které části těla byly zasaženy. Analyzují se kritéria vycházející z celkového zrychlení účinkující na hlavu, biomechanické stlačení hrudníku a kritérium stlačení stehenní kosti. [9]

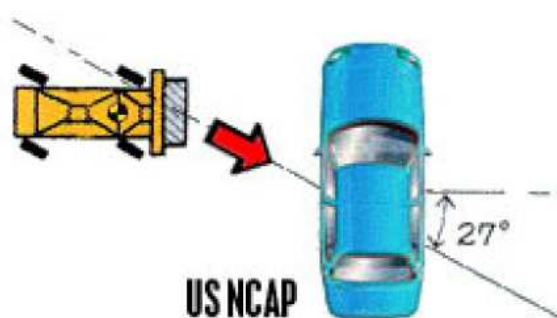
Obr.18 Čelní náraz s přesahem 40% šířky vozidla

Zkouška bočním nárazem

Do nepohyblivého vozidla naráží do boku na straně řidiče pohyblivý vozík, který naráží rychlostí 50 km/h podle normy EHK – R 95. Váha pohyblivého vozíku činí 950 kg (s tolerancí 20 kg), rozchod kol činí 1,5 metru a rozvor kol je 3 metry. Vozík má deformovatelnou přední část. Podle Evropských norem se provádí zkouška nárazem pohyblivého vozíku přímo do boku vozidla na straně řidiče, zkouška amerických norem se liší nepatrně tím, že vozík naráží do boku stojícího vozidla kolmo, ale s natočenými koly. Při této zkoušce se sleduje výsledné zrychlení hlavy, největší deformace žebek a biomechanické zatížení pánve, břicha. Testovací figurína se u evropských norem používá s označením EUROSID 2 a dle amerických norem se používá figurína US – SID. [9]



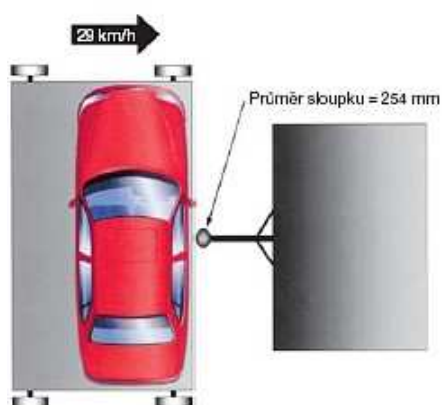
Obr.19 Boční náraz pohyblivého vozíku (dle evropských norem EU NCAP, AU,IP,IIHS)



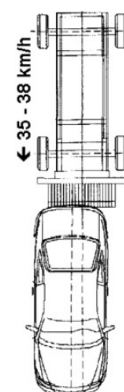
Obr.20 Boční náraz vozíku podle amerických norem

Zkouška bočním nárazem do válcového tělesa

Automobil je pomocí vozíku taženo bokem rychlostí 29 km/h proti testovacímu pevnému válcovému tělesu, které pronikne do vozidla. Tato zkouška simuluje situace nárazu vozidla například do stromu nebo sloupového osvětlení. Myšlenka této zkoušky je zamezit co nejmenší zranění v oblasti hlavy a pomáhají k tomu okenní airbagy. [9]



Obr. 21 Boční náraz do válcového tělesa



Obr. 22 Náraz zezadu do stojícího vozidla

Zkouška nárazem zezadu

Do stojícího automobilu nárazí vozík rychlostí v rozmezí 35 km/h až 38 km/h, jehož hmotnost činí 1100 kg (viz Obr. 28). Při zkoušce se zjišťuje podélné posunutí referenčního bodu zadních sedadel vůči zvolenému vztažnému bodu v nedeformované části karoserie vozidla nesmí překročit hodnotu 75 mm. Dále se zjišťuje deformace karoserie vozidla, správná činnost opěrek hlavy a pevnost sedadel. Tato zkouška je upravena normou EHK-R 32. [9]

Zkouška převrácením vozidla

A. Osobní Vozidla

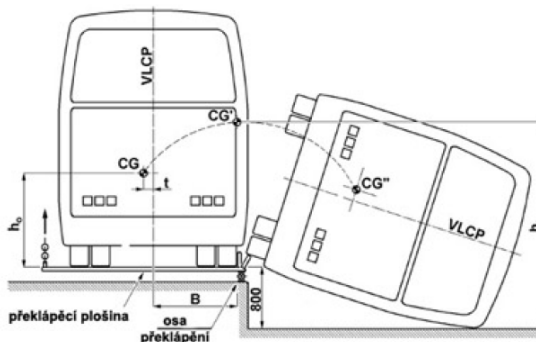
Tato zkouška byla zavedená organizací NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) nebo-li Národní správa dálniční bezpečnosti v USA a upravena normami FMVSS 201, 208, 216 (FMVSS – Federál Motor Vehicle Safety Standarts and Regulations). V Evropě je tato zkouška upravena normou ECE – R 21 a je zahrnuta do rozvojových zkoušek výrobce. Zkoumá se prostor vozidla pro přežití posádky a bezpečnost vnitřního prostoru vozidla. [10]

U osobních vozidel se realizuje několik zkoušek způsobu převrácení vozidla:

- Zkouška převrácení automobilu přes překážku nebo při bočním skluzu po vozovce
- Zkouška sjetí vozidla z vozovky z příkrého svahu
- Zkouška najetí automobilu na boční pevnou překážku.
- Zkouška bočního převrácení automobilu při zpomalení vozíku při náklonu 23°

B. Autobusy

Autobus stojí na plošině, která se pomalu překlápí do té doby než autobus se převrátí na bok (viz Obr. 23). Zjišťuje se pevnost nosné struktury autobusu, která musí zajistit prostor pro přežití v něm. Požadavky na nosnou strukturu autobusu jsou dány normou EHK – R 66. [9]



Obr.23 Převrácení autobusu plošinou

Zkouška stability kabiny nákladních vozidel

Tato zkouška se realizuje podle švédských předpisů, které jsou v souladu s Evropskou normou ECE – R 29. Zkouška spočívá v tom, že se provádějí tři úkony na kabinu. 1. úkonem položíme zkušební předmět o hmotnosti 17 tun na střechu kabiny, 2, úkonem se realizuje dopad zkušebního závaží o hmotnosti 1 tona na přední horní část kabiny a 3. úkonem se provádí dopad závaží o hmotnosti 1 tona na zadní horní část kabiny. Výsledkem zkoušky je, jak obstála kabina z hlediska pevnosti. [9]

5.2 Náraz automobilu z hlediska mechanismu

Toto téma se zabývá problematikou dynamiky přímého nárazu do pevné překážky, například jak bude vozidlo reagovat, jaké bude chování kolize dvou automobilů atd.

V této problematice se například řeší:

- 1) Charakteristika deformace přední části automobilu při přímé kolizi do pevné překážky
- 2) Dynamika střetu automobilu do pevné překážky
- 3) Dynamika přímého nárazu dvou automobilů
- 4) Reakce pohybu posádky vozidla při přímém střetu

Charakteristika deformace přední části automobilu při přímé kolizi s pevnou překážkou

Když dojde k nárazu čelní části automobilu do pevné překážky, nastává zpomalení, kde je výsledkem deformační síla účinkující na karoserii automobilu, jenž je charakterizovaná pevností karoserie. Charakteristika deformace čelní části automobilu je vyjádřena zpomalením automobilu na deformační dráze. V této situaci vzniká plastická deformace i elastická deformace, kde elastická deformace má tendenci vrátet materiál do původního tvaru a to je nežádoucí stav, který bychom v ideálním případě chtěli zanedbat.

Dynamika střetu automobilu s pevnou překážkou

Při střetu vozidla s překážkou se mění kinetická energie na deformační práci jednotlivých dílů karosérie. Pokud budeme chtít ideální charakteristiku deformace potřebujeme k tomu tuhost karoserie a zrychlení pro odlišné typy deformace. Výslednou deformaci získáme z kinetické energie a deformační práce. Síla při deformaci může být stálá například při deformaci celé, závislá na rychlosti deformace, nebo úměrná deformaci. Aby byla dosažena bezpečnost posádky ve vozidle, je potřeba aby deformace vznikaly počítanými způsoby.

Dynamika přímého nárazu dvou automobilů

V tomto případě se řeší jaké budou mít deformační charakteristiky účinek na mechanismus při čelní kolizi dvou vozidel.

Vychází se z rovnice rychlosti:

$$v_{1,2} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad [\text{m/s}] \quad (1)$$

Kde v_1 a v_2 jsou stejné rychlosti vozidel a m_1 a m_2 jsou hmotnosti vozidel.

Dále z rovnic kinetické energie:

$$E_{k1} = \frac{1}{2} m_1 v_{1,2}^2 \quad [\text{J}] \quad (2), \quad E_{k2} = \frac{1}{2} m_2 v_{1,2}^2 \quad [\text{J}] \quad (3)$$

A rovnice ztracené energie:
$$Q = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (v_1 + v_2)^2 \quad [\text{J}] \quad (4)$$

Z těchto vzorců lze usoudit, že při čelním střetu dvou vozidel závisí na vstupních rychlostech při srážce, na hmotnostech vozidel a na konstrukčním řešení přední karoserie. Když se srazí dvě vozidla různé hmotnosti, lehčí vozidlo přebírá větší energii vozidla s větší hmotností. U lehčích vozidel se to ošetřuje zvyšováním deformační části, ale nelze to uskutečnit ve všech případech. U těžších automobilů se navrhuje příd' z různých dílů plechu, plastu na pohlcení deformační energie. [11]

Reakce pohybu posádky vozidla při přímém střetu

V první fázi střetu vozidla s překážkou se řidič pohybuje stejnou rychlostí jako automobil. Finální rychlost nárazu řidiče s vnitřním uspořádáním karoserie automobilu je vyjádřena rychlostí řidiče uvnitř automobilu před střetem a rychlostí automobilu po střetu. Tyto rychlosti jsou za daný čas srovnány. Střetová rychlost závisí i na délce sledované zony lidského těla od prvku vnitřního prostoru automobilu, do něhož narazí. Bez využití bezpečnostních pásů spadá vzdálenost 0,3 m – 0,5 m, s bezpečnostními pásy je vzdálenost 0,05 m – 0,2 m a při aktivaci airbagů je vzdálenost téměř nulová. [11]

5.3 Biomechanika poranění

Biomechanika analyzuje reakce živého organismu způsobené vnějšími silami a jejich vliv na rozvoj úrazového děje. Cílem biomechaniky poranění je:

- Kvantifikování traumatologických nálezů
- Hledání limitů pro poranění a vývoj výzkumných metod
- Zkoumání mechanismů poranění kritických částí
- Hodnocení poranění a účinnosti konstrukčních opatření a zádržných systémů

Použití modelu v biomechanice poranění slouží při zkoumání mechanismu poranění nebo hledání způsobu omezení následku, jako modely se nejvíce používají:

- Dobrovolníci (nejčastěji vojáci s dobrou fyzickou kondicí a svalovou odezvou)
- Neživá těla (PMHS- post mortem human subjekt) - nutnost upravit do fyziologického stavu
- Zvířata (ve stavu anestézie)
- Mechanické modely (testovací figuríny)
- Matematické modely

Mezi schéma vzniku zranění patří například deformace karoserie, mechanické zatížení (dynamické nebo kontaktní síly), aktivace zádržných systémů, biomechanická odezva posádky, úroveň tolerance poranění a při překročení mezních podmínek dochází ke zranění posádky při kolizi.

Mechanismy poranění rozdělujeme **na pronikající** (málo se objevující ve vozidle) nebo **nepronikající**. **Nepronikající poranění** se dále rozdělují na:

- Poranění statickou silou (přesáhování materiálových limitních mezí tkání)
- Poranění dynamickou silou (setrvační síla účinkuje na vnitřní orgány a způsobí náraz na vnitřní stěnu-lebka, hrudník atd.).
- Poranění impulsní (tkání se šíří tlaková vlna způsobující vnitřní poškození).

Poranění se boduje podle kritérií a stupnice AIS (Abbreviated Injury Scale), která pracuje na anatomicko – klinickém způsobu poranění. Stupnice je tvořena od 0-9, kde 0 je bez zranění a 9 je neznáme zranění.

V biomechanice poranění se dále zabývají poranění, hlavy, krční páteře, hrudníku, břicha, pánve, končetin, kloubů, svalů a šlach. [11]

5.4 Testovací figuríny

Počátky využívání testovacích figurín se objevovaly v leteckém průmyslu. Tyto zkušební figuríny slouží pro zkoušky biomechanické odezvy na různých částech těla, reprezentují biologickou skutečnost a lepší kinematické vlivy. Používají se tyto druhy figurín:

- Testovací figurína Hybrid III
- Testovací figurína Eurosid II
- Dětské figuríny typu P a Q

Figurína Hybrid III

Tato figurína je používána pro zkoušku čelního nárazu. Velikost figuríny reprezentuje buď 50 % muže (hmotnost 75 kg), 95% populace (hmotnost 98 kg) nebo 5% žen. Vznik tohoto modelu se datuje na rok 1976 v podniku GM USA a prošla několika úpravami. HYBRID III je standardem normy EHK –R 94. [9]

Struktura figuríny je tvořena ocelovou a plastovou kostrou, která je pokryta gumovým povrchem reprezentující kůži člověka. Vnitřek figuríny je vyplněn pohyblivými klouby a snímači. Snímače mají na starosti biomechanické odezvy, které jsou uloženy celkem na 44 kanálech (hlava, krk, hrudník, pánev, horní a dolní končetiny) .

Figurína Eurosid II

Tento typ je určen pro zkoušky bočním nárazem z obou stran a je standardizován normou EHK – R 95. Velikost figuríny je srovnávána s 50% muže a hmotností populace. Celková hmotnost figuríny je 72 kg. [9]

Struktura hlavy, nohy, krk EUROSID II pochází z koncepce HYBRIDU III. Hrudník je složen z pevné oceli a polymerů a mají za úkol absorbovat nárazy z boku. Celá horní část figuríny je kryta neoprenovou vestou.

Dětské figuríny typu P a Q

Figurína typu P má přiřazeno číslo charakterizující věk dítěte. (například P0 – novorozeně, P ¾ - 9 měsíců, P1 ½ - 18 měsíců, P3 – 3 roky až do P9 – 9 roků) .

Figurína typu Q je zlepšená verze P, kde má větší počet měřících míst, lepší snímače, které se používají při zkouškách jak při čelním nárazu tak při bočním nárazu. Na typu Q se může měřit na 38 kanálech (hlava, krk, ramena, páteř, hrudní koš a pánev). Požadavky na snímače, postupy na měření při testech nárazu, požadavky na měření z jednotlivých kanálů jsou zahrnuté v normě ISO 6487 (1980).

5.5 Zádržné systémy

Tyto systémy dokážou srovnat pohyb posádky ve vozidle s pohybem vozidla, respektive aby se při kolizi automobilu pohybovala se stejným zpožděním jako automobil. Pokud nejsou tyto podmínky splněny, má to za následek, že posádka uvnitř vozidla dopadá nezmenšenou rychlostí na části interiéru automobilu. Tyto systémy jsou standardizované normami EHK – R 12, EHK – R 14, EHK – R 16, EHK – R 44, EHK – R 114. [11,8]

Mezi zádržné systémy patří:

- 1) Bezpečnostní pásy (2 bodové pásy, 3bodové pásy, 4bodové pásy)
- 2) Bezpečnostní vaky (airbagy) - čelní, boční, střešní airbagy

Bezpečnostní pásy

Slouží pro zvýšení bezpečnosti posádky ve vozidle a zmenšení následků kolize. Spolu s dětskou autosedačkou patří mezi zádržné systémy. Pásy se třídí podle počtu bodů, kterými je posádka připoutaná k vozidlu. Máme 2 bodové až 6 bodové a typy, ale pásů je podstatně více. V současné době se používají nejvíce 3 bodové pásy, 4 bodové pásy se používají u závodních automobilů a 2 bodové najdeme většinou v dálkových autobusech. Pásy jsou nejúčinnější do rychlosti 50 km/h v kombinaci s airbagy. Z výzkumu BESIP (Bezpečnost Silničního Provozu) je zjištěno, že větší riziko smrtelného zranění bez pásu je na předním sedadle 6x, 8x v obci, 14x mimo obec. Posádka na zadních sedadlech vozidla bez pásu umírá 3,9 x víc než s pásy. Ze studií vyplývá, že by při nehodách mohlo přežít 2/3 lidí, kdyby byly připoutáni.

Součástí bezpečnostních pásů je navíječ pásu, který slouží k automatickému navíjení pásu a přizpůsobení délky pásu velikosti přepravované osoby. Úchyty na karoserii vozidla, zámek bezpečnostního pásu, napínací zařízení a případně omezovače síly. Napínač zámku bezpečnostního pásu slouží k omezení pohybu cestujících ve vozidle a tím přispívá k jeho zpomalení a zadržení cestujících na sedadlech. Napínače se aktivují krátce po nárazu. [8]

Bezpečnostní vaky (airbagy)

Airbagy se dělí podle funkce:

- 1) Čelní airbagy - mají za úkol ochránit posádku na předních sedadlech před poraněním hlavy a hrudníku při čelním střetu automobilu do tvrdé překážky (v rychlosti do 60 km/h) nebo při čelní kolizi dvou automobilů (do rychlosti 100 km/h). Čelní airbag je integrován v hlavicí volantu pro řidiče a pro spolujezdce je umístěn airbag na přístrojové desce před ním.
- 2) Boční airbagy – mají chránit posádku při bočním nárazu před poraněním hrudníku a bederní oblasti. Jsou integrovány ve vnějších částech opěradel sedadla nebo ve dveřích. Aktivují se při bočním nárazu do pevné překážky v rychlosti 28 km/h a jejich aktivace musí být velice rychlá kvůli malé vzdálenosti mezi posádkou od konstrukční části vozidla.
- 3) Střešní airbagy – jsou doplňkem bočních airbagů a aktivují se ve stejný moment. Mají za úkol zabránit střetu hlavy s postranním sklem a následnému projití skrz. Nalezneme ho na vnitřní straně rámu střechy a dosahuje od předního k zadnímu střešnímu sloupku. Zabraňuje také proniknutí střepů či jiných nebezpečných předmětů.

Základní prvky airbagů:

- 1) řídicí jednotka systému
- 2) senzory kolize boční, čelní
- 3) senzory naklopení a zpomalení
- 4) senzory osazení sedadel
- 5) čelní, boční a střešní airbagy

Řídicí jednotka:

- analyzuje ve spolupráci se snímačem snížení rychlosti zpomalení při nárazu a vyhodnocuje rozdíl rychlosti automobilu. Výsledky zpracovávají digitální algoritmy, které jsou přednastaveny pomocí simulací crash testů. Toto opatření slouží k omylné aktivaci airbagů (prudké brzdění vozidla atd.)

Airbag se skládá: - vyvíječ plynu (je to plynový generátor buď miskový nebo trubkový)

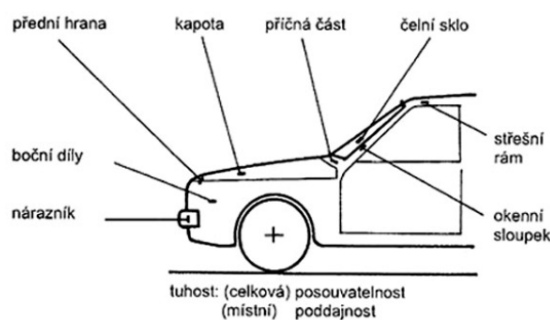
- zapalovací jednotka složená z plynového vaku

Aktivace airbagů - řídicí jednotka airbagů pošle signál ke spuštění zapalovací jednotky, která odstřelí pyropatronu airbagů. Pyropatrona způsobí ve vyvíječi velké uvolnění plynu dusíku, který způsobí naplnění v rychlém okamžiku plynový vak. Teplota plynu při aktivaci činí 1000 stupňů celsia. Vyvíječ plynu má za úkol rychle a plynule naplnit plynový vak. Vyvíječ se skládá z pevného paliva (nitrid sodíku), detonatoru a kovového filtru, které slouží k zachycení částic z paliva a zhasení plamene, který nesmí vniknout do vaku.

U airbagů na straně řidiče a spolujezdce se používá vyvíječ plynu typu miskovitého a typ trubkový se používá u airbagů bočních nebo střešních. [8]

5.6 Pasivní bezpečnost chodců

Pasivní bezpečnost chodců se stává současnou problematikou stejně, jako všechny druhy nárazů. Následky jsou hodně vážné. Zkoumaná technická opatření na zmenšení následků střetu člověka s vozidly vycházejí z faktu, že při střetu člověka s vozidlem dochází k primárnímu styku s karoserií a k sekundárnímu střetu s vozovkou. Povaha kolize záleží na mnoha faktorech, například poloha chodce, vlastnosti, tvar a pevnost karoserie vozidla. Pro zmenšení a zmírnění následků kolize se zkoumají různá řešení, kde se například navrhuje tvar karoserie, tvar části stěračů nebo airbagy pro chodce. Zkoušky střetu člověka s vozidlem se realizují na nejčastějších částech vozidla, kde mezi faktory spojující bezpečnost člověka patří pevnost, tvar jednotlivých částí vnějšího vozidla a poddajnost. [8]



Obr.24 Body přední části vozidla spojující bezpečnost člověka

Testy se provádějí podle normy WG 17 (směrnice ECE 2003/102) zkušecím nástrojem **impaktorem**, který reprezentuje model konkrétní části těla člověka.

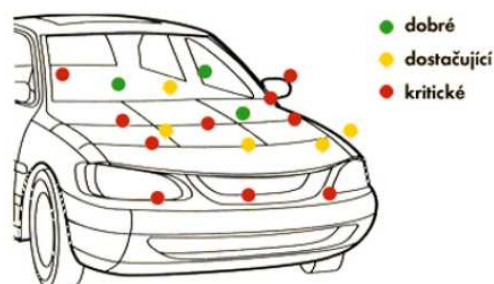
Zkoušky se dělí na:

- střet dolní končetiny na nárazník automobilu
- střet stehenní části dolní končetiny na spodní hranu kapoty nebo nárazník
- střet hlavy na kapotu

Veškeré zmíněné testy se realizují při rychlosti 40 km/h, tzn. střet impaktoru do předem daných částí vozidla. Analyzují se zony střetu jednotlivých částí těla člověka a dítěte. [12]



Obr.25 Test střetu impaktorem



Obr.26 Hodnocení oblastí nárazu

Představa možností a systémy pro bezpečnost chodců – je realizace pomocí tvarového návrhu přední části vozidla nebo zmenšení pevnosti jednotlivých komponentů vozidla.

Pasivní systémy by se dály rozdělit:

- 1) Systém se stálým působením – řadí se sem rozdílné tvarové způsoby na přídi (zaoblení hran, předsunutí nárazníku před kapotu atd.). Dále sem patří zmenšení pevnosti určitých částí (protažení kapoty atd.).
- 2) Systém proměnlivý (variabilní) – aktivace systému při nárazu člověka s vozidlem, například **aktivní kapota** (při střetu s chodcem se kapota zvedne pro zvětšení prostoru pro deformaci nebo **sklopný příčník** (zabraňuje sklouznutí člověka z kapoty na vozovku, ale využití je pouze při malých rychlostech).

- 3) Systém aktivní proměnlivý (variabilní) – patří sem systém **airbag pro chodce**, který je integrován v oblasti čelního skla a jeho rámu. Aktivace je spuštěná senzorem, který zaznamená srážku těsně před střetem chodce na vozidlo. Do této oblasti patří **systém nočního vidění**, kde odhaluje nezřetelné obrysy postav chodce na vozovce v nočních podmínkách, kde řidič mohl reagovat pozdě. Systém pre-crash je takovým posledním systémem v této kategorii, kde sleduje aktuální dění před automobilem a dokáže včas reagovat v závislosti s brzdami, se stabilizačním systémem a dalšími prvky bezpečnosti. [8]

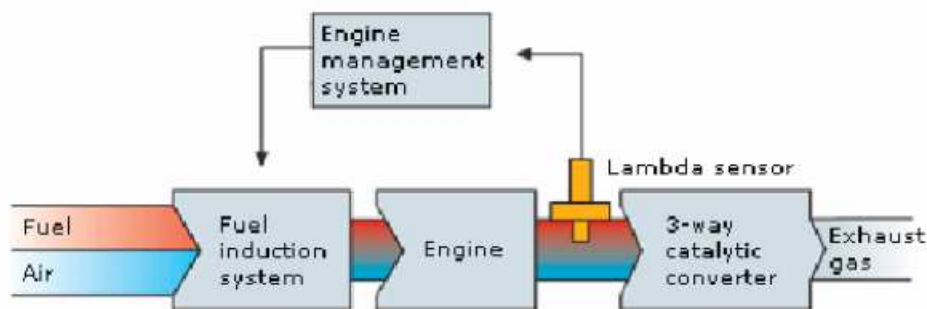
6. Aktivní a zpětnovazební systém

Aktivní systém

Aktivní systémy nebo aktivní prvky jsou vesměs vše, co jsme si řekli v aktivní a pasivní bezpečnosti. Už samo slovo „Aktivní“ napovídá, že se jedná o systémy a prvky, které konají nějakou činnost, opatření či akci, například aktivní pedál akcelérátoru prvek aktivní bezpečnosti, který spolupracuje s adaptivním tempomatem, kde na základě údajů ze snímačů adaptivního tempomatu systém analyzuje kritické situace, kde v situaci nebezpečí pedál reaguje protitlakem a vibracemi. V pasivní bezpečnosti třeba aktivní opěrka hlavy, kde má za úkol v momentě srážky přiblížit se co nejbližší k týlu hlavy řidiče, kde způsobí zpomalení hlavy při zpětném pohybu po střetu, bezpečnostní pásy, airbasy. Dále třeba systém ABS, který má na starost zabránění zablokování kol při prudkém brzdění a tím pádem ztrátě styku kola s vozovkou nebo veškeré stabilizační systémy (např. ESP), rozjezdové systémy atd. Mezi tzv. „Aktivní“ systémy a prvky patří i veškerá čidla, senzory, snímače jak z hlediska funkce chodu vozidla tak z hlediska funkce bezpečnosti vozidla. Dále radary, světlomety atd. ve vozidle, například světlomety Corner systému, které jsou schopny natáčet světlomety v závislosti na úhlu natočení volantu a rychlosti automobilu. Z těchto zmíněných příkladech se dá říct, že Aktivní systém je celý automobil, neboť cele vozidlo je poseté aktivními prvky a systémy, které se starají o řidiče jak ze stránky aktivní a pasivní bezpečnosti tak ze stránky správného chodu vozidla. Můžeme říci, že i řidič je aktivní systém.

Zpětnovazební systém

Pojem zpětná vazba systému ve vozidle znamená, že se jedná o situaci (třeba mechanismu nebo elektrického obvodu), kdy výstup nějakého systému ovlivňuje zpětně jeho vstup za účelem požadovaného výstupu. Například činnost katalyzátoru výfukových plynů s lambda sondou, kde sonda reaguje na složení spalin a zpětnovazebně upravuje složení směsi za účelem získání co nejoptimálnější směsi vstupující do motoru a tím pádem má za následek snížení škodlivin ve výfukových plynech.



Obr.27 Princip činnosti Katalyzátoru +Lambda sonda (Zpětnovazební systém)

Zpětnovazební systémy jsou využívány systémy aktivní a pasivní bezpečnosti a využívají k tomu aktivní prvky, čidla a senzory automobilu, kde zpětnovazební komunikace probíhá přes sběrnici CAN – BUS (Controller Area Network) a tato sběrnice slouží jako vnitřní komunikační rozvětvení čidel a funkčních jednotek ve vozidle. Například elektronický zpětnovazební systém zaveden v oblasti zvýšení bezpečnosti chodců za účelem zmenšení následku úrazu při střetu s vozidlem nebo snížení rizika samotného střetu. Senzory pro detekci střetu, který může být kontaktní nebo přednarázové senzory, které, pokud senzory rozpoznají před vozidlem nebezpečí srážky chodce, vyšlou signál do řídicí jednotky CAN-BUS a ten zaktivuje systémy aktivní bezpečnosti například brzdový systém, díky kterému je možné snížit rychlost střetu a varovat řidiče vozidla. Zpětnovazební systém je zjednodušeně řečeno postaven na komunikaci mezi řídicí jednotkou vozidla (CAN), systémy aktivní a pasivní bezpečnosti a aktivních prvků (čidla, senzory). Všechny tyto systémy a prvky jsou mezi sebou propojeny a vzájemně spolupracují ať jsou veškeré bezpečnostní systémy aktivní a pasivní tak i systémy v pohonné jednotce vozidla a atd.

7 Senzory a akční člen

7.1 Senzory

Senzory mají za cíl zabezpečit bezproblémový stav veškerých systémů automobilu. Jedná se o systémy ovládající a regulující, které zabezpečují bezpečnost a kvalitu jízdy nebo podsystémy pro pohodlí řidiče. Senzory měří ve vozidle například teplotu vzduchu nebo teplotu chladicí kapaliny, tlak při sání, průtok vzduchu, paliva, polohu klapky a ventilů nebo vačkové hřídele, rychlost otáčení kol nebo volantu, zrychlení nárazu na airbag nebo protiskluzového systému, vibrace motoru, chemické složení kyslíku, napětí, proud atd.

Senzory se rozdělují podle principu na:

- Mechanické (senzor tlaku, senzor natočení, otáčkoměr atd.)
- Fyzikální (senzor deště, ultrazvukový senzor atd.)

- Chemické (akcelerometr, Lambda sonda atd.)

Senzory se rozdělují podle účelu na:

- Pohodlí a kvalitu jízdy (senzory teploty a vlhkosti, otáčkoměr atd.)
- Nadstandardní použití (kamerové systémy, radary atd.)

a. **Charakteristika základních senzorů ve vozidle**

Senzor polohy - se používá a detekuje natočení kol hnací nápravy, otočení volantů, natočení klikové hřídele, hodnotu množství pohonné hmoty, podélné a příčné natočení automobilu nebo zjištění směru pohybu automobilu a jeho pozice vůči vozovce. Pracují na principu odporovém, indukčním, magnetickém a kapacitním.

Senzor tlaku a síly – používají se u krouticí síly, zjištění přítomnosti cestujícího, upnutí bezpečnostních pásů, stlačení brzdového pedálu, tlak v pneumatikách a v palivové nádrži, hmotnost automobilu a tlak v motoru.

Senzor inerciální (akcelerometr) – slouží k zjišťování statického nebo dynamického zrychlení. Detekuje polohu tělesa, naklonění nebo vibrace a analyzuje síly (setrvačné a odstředivé). V této skupině se rozdělují senzory na mechanické, mikroelektromechanické, chemické a piezoelektrické.

Lambda sonda - zjišťuje obsah kyslíku ve výfukovém potrubí, kde se na výstupu získává hodnota, která reguluje poměr paliva a vzduchu v sání nebo ve válci z důvodu získání co nejoptimálnější směsi. Senzor měření kyslíku v plynech výfuku pracuje v podmínkách až 500°C. Sonda je nutná v motorech s třicestným katalyzátorem.

Senzor otáček (otáčkoměr) - Senzor otáčkoměru se nalézá buď na kolech nebo v převodovce vozidla.

Otáčkoměry se dělí podle způsobu detekce otáček:

- 1) Otáčkoměr mechanický – Kola vozidla jsou na pevně spojená s částí převodovky, kde zároveň pohání ozubené ústrojí náhonu otáčkoměru a tím pádem přenáší otáčky hnací hřídele do otáčkoměru.
- 2) Otáčkoměr optický – vychází ze způsobu odraženého paprsku. Vychází ze zdroje světla (LED diody, křemíkové diody, laserové diody, luminiscenční prvky) na například fotoodpory, fotodiody, fototranzistory atd.
- 3) Otáčkoměr elektronický – pracuje na principu Hallovy sondy, která snímá počet otáček z magnetového kolečka, které je nasazeno na hřídeli výstupu. Sonda zaznamenává otáčky a posílá signály do řídicí jednotky vozidla.
- 4) Otáčkoměr indukční - snímač otáček obsahuje permanentní magnet ve kterém se indukují magnetické siločáry a ty detekují na impulsním kole otáčejícího se kola počet otáček, kde posílá tuto informaci do otáčkoměru.

b. Ostatní senzory

Mezi ostatní senzory se zařazuje například:

- Koncový spínač – tento mechanický spínač zjišťuje polohu stěračů, oken, ruční páky nebo otevření a zavření dveří vozidla.
- Senzory teploty a vlhkosti – zjišťuje charakter vozovky, venkovní a vnitřní teplotu, ovládání klimatizace a řízení spalování.
- Senzory klepání a venkovního hluku - nebo-li akustické senzory, senzory klepání se využívají v zážehových motorech, kde kontrolují klepání motoru způsobené neovladatelným průběhem spalování. Senzor vnějšího hluku snímá venkovní hluk a opačnou výchytkou ho reproduktory vysílá do vnitřku vozidla – výsledek je tichost vevnitř vozidla.
- Ultrazvukový senzor - tento senzor má za úkol zjišťovat vzdálenost automobilu před překážkami. Funguje na základě časové odezvy, kde senzory vysílá v časovém intervalu impulsy, kde se část vlnění odrazí od překážky zpět do přijímače senzoru a tím se vyhodnotí situace.
- Senzory deště – senzor se nachází v patici vnitřního zpětného zrcátka, kde vyzařuje infračervené záření pomocí vyzařovacích diod a snímací diody jenž zjistí přítomnost deště a reaguje spouštěním stěračů nebo zavírání okénka.
- Radary - se rozlišují podle snímání krátké a dlouhé vzdálenosti. Radar pro dlouhé vzdálenosti kontroluje úzkým kuželovým signálem prostor před automobilem a zjišťuje vzdálenosti nejbližšího vozidla jedoucího vpředu. Pracuje s rozsahem 77 GHz a vzdálenosti 120 metrů. U radaru snímajícího krátké vzdálenosti do 30m pracují s širokým kuželovým signálem o rozsahu 24 GHz.

c. Komunikace mezi senzory a vozidlem

V automobilu jsou různé subsystémy, které mezi sebou musí komunikovat, například senzory a řídicí jednotky subsystému, dále řídicí jednotky subsystému mezi sebou a nakonec komunikace mezi vozidlem a řidičem. Tuto komunikaci zajišťuje standardizované rozhraní CAN (Controller Area Network) a vyvinula ho firma Bosch v roce 1983. Toto rozhraní je vozidlový protokol určený ke komunikaci veškeré řídicí jednotky (ECU) vevnitř automobilu bez využití hlavního počítače. Sběrnice CANBUS je používána pro vnitřní komunikaci senzorů a funkčních jednotek ve vozidle a lze ji využít pro vozidlovou diagnostiku.

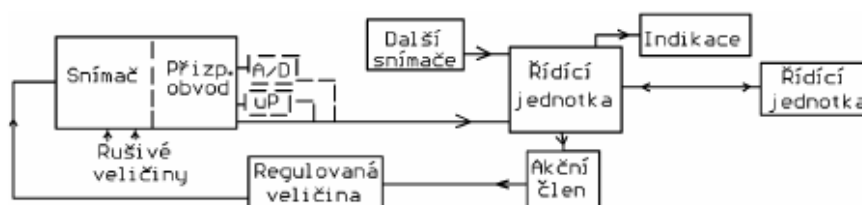
d. Komunikace mezi vozidly nebo vozidly a infrastrukturou

Způsoby komunikace mezi vozidly nebo vozidlem a dopravní infrastrukturou jsou mnohé například wifi, DSRC, BlueTooth a další. V automobilu je integrovaná komunikační

jednotka, která je napojena do systému automobilu, ale ještě tento způsob není zaveden standardně. [13]

7.2 Akční člen

Jsou to všechny prvky, které jsou určeny k využití zpracované informace. Patří mezi ně i pohony, která mění signál z členů pro zpracování informací na výchylku konající požadovanou práci s očekávaným výkonem. Dále regulační orgány nebo-li zařízení, které ovládají tlak hmoty nebo energii. Akční člen figuruje i u řídicích jednotek vozidla, který zajišťuje regulaci dané veličiny, například řídicí jednotka (ECU) vozidla kontroluje aktivitu systému (např. motor) pomocí elektrických vstupů zprostředkované senzory, kde zpětnou vazbu provádí na základě výstupů, kterými ovládá akční členy (například servopohon, elektromagnetický ventil atd.). Na obr.28 je zobrazena spolupráce akčního členu v zapojení senzoru ve vozidle.



Obr.28 Zapojení senzoru v automobilu

Použití akčního členu je vidět i při aktivním řízení přední i zadní nápravy vozidla (4WS – 4 Wheel Steering), kde zadní nápravu lze ovládat souhlasně (nad 40 km/h) nebo nesouhlasně (do 40km/h). Do řídicí jednotky vstupují informace ze snímačů o úhlu natočení volantu, rychlosti vozidla, kde po zpracování informací v řídicí jednotce provede pomocí mechanického, hydraulického nebo elektrického akčního členu natočení zadní nápravy automobilu.

Komunikace mezi ovládacími prvky a akčními prvky v inteligentním vozidle přenáší elektricky, kde systémová jednotka analyzuje rozkazy od řidiče na základě snímačů a po zpracování informací zaktivuje akční členy například servomechanismy nebo ovládače. Aktivní podvozek (ADS – Adaptabilní Systém) využívá akční členy ve formě dvojcestných a trojcestných ventilů s elektromagnetickým ovládáním ve vzduchovém a kapalinovém okruhu odpružení.

Z těchto zmíněných příkladů využití akčních členů vyplývá, že se automobil neobejde bez akčních členů a stejně tak bez různých senzorů, čidel a veškerého inteligentního systému opatřující bezpečnost řidiče a posádky vozidla.

8. Vize budoucího vývoje bezpečnosti vozidla

Budoucnost náleží elektronice, neboť elektronika pokročila neskutečně dopředu za posledních 20 let a není divů, že se zabydlela i v automobilismu. ECU (Elektronic Control Unit) nebo-li řídicí jednotka, řídí například zdvih ventilů, dávku paliva respektive vše. Elektronika hraje také velkou úlohu v bezpečnosti vozidla a tak si můžeme položit otázku: „Kam v budoucnu budou směřovat bezpečnostní systémy?“.

Počet bezpečnostních prvků ve vozidlech pomalu narůstá, takový ABS nebo airbag není už u dnešních automobilů nový nebo neznámý pojem. Obecně prvky bezpečnosti rozdělujeme na aktivní a pasivní, kde aktivní prvek reaguje před nehodou a pasivní prvek reaguje při nehodě. Dříve pracovaly aktivní a pasivní prvky samostatně, v dnešní době však nové technologie umožňují jejich vzájemnou komunikaci. Jednoduše řečeno snímače ESP zhodnotí situaci, kdy při zjištění možnosti kolize zaktivuje systém airbag, bezpečnostní pásy se upnou a brzdový systém zařídí zbytek. Patří sem radarový snímač se stereokamerou, který dokáže snímat a rozeznat překážku před vozidlem a stereokamera dodatečně informuje charakter překážky a typ překážky (člověk, zvíře).

Vývoj bezpečnosti se pohybuje kupředu, například v oblasti konstrukce vozidel, kde se objevují nové materiály pro výrobu automobilu jako třeba recyklované termoplasty, termoplastové kompozity (malá hmotnost) nebo syntetické pryskyřice s možností použití na výrobu střechy vozidla (Xenoy, GLX atd.), kde je charakterizuje ekologičnost, malá hmotnost a estetičnost .

V pasivní bezpečnosti je vize kladena do systému CAPS (Combined Active and Passive Safety) a je vyvíjena firmou Bosch. CAPS systém má na starosti blízké spojení aktivních, pasivních a aktuálně intuitivních asistenčních systémů pro řidiče. Je to systém, který dokáže sledovat prostor kolem vozidla a okolí a tím analyzovat riziko kolize a pokud střetu nelze zabránit, tak se aktivují prvky pasivní bezpečnosti.

V budoucnu se očekává vzájemná spolupráce mezi inteligentním automobilem a dopravní infrastrukturou nebo informační komunikace mezi inteligentními vozidly. Neboť navigační technologie (umožňující komunikaci s GPS nebo zjištění pozice na mapě) je jeden z mnoha systému potřebné pro inteligentní vozidlo.

Firma Bosch delší dobu pracuje na systému PBA (Predictive Brake Assist) nebo-li systému předvídaného nouzového brzdění, který je zkoušen ve vozidlech Audi A5 Sportback. PBA je výchozí základ pro nadstavby například systémů SCM (Secondary Collision Mitigation), který má za úkol zvládnout situaci po kolizi (například brzděním a stabilizováním vozů), kdy je řidič dezorientovaný a opouští vozovku neovladatelně. Dále je ve vývoji systém ECPD, který analyzuje nebezpečí bočního nárazu a reakci vyhovujícím opatřením.

Prvky aktivní bezpečnosti se rozvíjí hlavně v systémech ABS (antiblokovací brzdový systém), ASR (protiskluzový systém), EBV (elektronický rozdělovač brzdného účinku), EDS (elektronická uzávěrka diferenciálu), ESP (elektronický stabilizační systém), HBA (hydraulický brzdový asistent), MBA (mechanický brzdový asistent), MSR (regulace točivého momentu při brzdění motorem) a mezi prvky pasivní bezpečnosti se rozvíjí bezpečnostní pásy, airbagy řidiče a spolujezdce, boční a hlavový airbag, dětské sedačky se systémem ISOFIX, dále se rozvíjí konstrukce karoserie (z pevných materiálů a deformačních prvků) a její optimalizace a minimalizace rizika zranění chodců. Automobilka Škoda má v úmyslu zvyšovat do budoucna bezpečnost automobilu v oblasti trvale udržitelného rozvoje.

Automobilka Volkswagen má inovativní vizi do budoucna (do roku 2028) o automobilu, který dokáže minimalizovat rizika bezpečnosti při maximálním využití pohodlnosti jízdy. Kde vozidlo bude umět komunikovat se semaforem a ostatními vozidly, možnost ovládat vozidlo hlasem nebo budou inteligentní systémy schopny zaparkovat sami bez řidiče. Tohle vše zmíněné je jen otázkou času a peněz. Volkswagen má integrováno ve svých vozech mnoho systémů, které kladou důraz například u asistenčních systémů na jednoduchost, intuitivní ovládání a pomoc řidiči při ovládání vozidla. Patří sem asistenční systémy osvětlení vozidla (xenonové světlomety), systém ACC (Adaptive Cruise Control) s využitím radarového senzoru do 200m, brzdový asistent (Brake Assist) a dvoustupňový posilovač brzd, parkovací systém Parkpilot nebo Park assist (automaticky koriguje volantem při parkování) a asistent pro změnu jízdního pruhu.

Automobily budoucnosti budou standardně nabity mikročipy a senzory, které jim dají určitou schopnost rozhodování v nebezpečných situacích. Budou tak schopny převzít kontrolu nad řízením. Moderní zdokonalená vozidla budou řidiče více podporovat, informovat ho, přizpůsobovat se automaticky stavu provozu a aktuálním podmínkám a snažit se ulehčit jeho činnosti. Chytré mobily, chytré počítače a samozřejmě chytrá auta. To jsou tři kategorie výrobků, kterým se v blízké budoucnosti pravděpodobně nevyhneme.

9. Závěr

Kdybych to měl shrnout: Smyslem prvků a systémů aktivní bezpečnosti ve vozidle je předejít nebo se úplně vyhnout střetu s překážkou či druhým vozidlem. Tato sféra aktivní bezpečnosti vede konstruktéry a výrobce vozidel k vývoji vyspělejších elektronických systémů, systémů podporujících řidiče a k celkovému rozšíření schopností inteligentního vozidla. Jak bylo už řečeno, automobily jsou prošpikovány elektronikou, která má například schopnost je kontrolovat a ovládat a je výchozím bodem pro vizi do budoucna. Trendem aktivní bezpečnosti bude zlepšování vlastností stávajících systémů a přínos systémů nových. Kontrolování a ovládání vozidel pomocí mechanických a hydraulických spojení mezi ovládaním a akčním členem bude minulostí neboť elektronika je velkým krokem kupředu v automobilovém průmyslu. Například adaptivní tempomat (ACC), který dokáže nejen udržovat konstantní rychlost, ale pomocí spolupráce s radarem může ovládat plyn nebo brzdy. Dále Blind-Spot detekce (Side Assist) informuje řidiče o vozidlech nebo překážkách při jízdě nebo parkování a zároveň systém varuje řidiče pomocí zvukového znamení nebo vibrací volantů. O tomto odvětví bezpečnosti lze říci, že vývoj a zdokonalování nových systémů a prvků je v plném proudu.

Systémy pasivní bezpečnosti mají mnoho cest, jak do budoucna minimalizovat následky při nehodě: zlepšování konstrukce a materiálů karoserie vozidla, vývoj výhodnějších materiálů pro deformační zóny a tím zmenšení váhy vozidla atd., ale také zlepšování a vývoj různých zádržných systémů (například Smart airbag systém integrován plošně), kde reakce bude při střetu efektivnější. Důležitý je i rozvoj a zlepšování simulačních programů reprezentujících reálné podmínky střetu a tím pádem dokonalejší návrhy a metody pro vytvoření konstrukce a systémy pasivní bezpečnosti. Neméně důležitou součástí ve vozidle jsou i komunikační nouzové systémy po nehodě, neboť výrazně napomáhají ke zmenšení následků nehody.

Je důležitou myšlenkou, aby tyto dvě složky aktivní a pasivní bezpečnosti vzájemně spolupracovaly a správně fungovaly, protože na těchto dvou složkách bezpečnosti vozidla závisí život řidiče, posádky a samozřejmě i lidí kolem vozidla. A konstruktéři vědí, že čas je neúprosný, protože počet automobilů neustále stoupá, a tím pádem se zvyšuje i počet dopravních nehod. Proto je potřeba obnovovat a zdokonalovat systémy aktivní a pasivní bezpečnosti – senzory, snímače, zpětnovazební systémy atd., neboť tyto prvky mají nemalý podíl na bezpečnosti vozidla a bez těchto prvků se dnes inteligentní vozidlo neobejde.

10. Použitá literatura a zdroje

- [1] MDCR.CZ - Ministerstvo dopravy ČR, dostupné z:
<http://www.mdcz.cz/cs/Strategie/ITS-a-Dopravni-telematika/i2010-a-intelignetni-automobil/i2010-a-inteligentni-automobil.htm>
- [2] TUV UVMV. Elektronická knihovna Českých verzí mezinárodně platných technických předpisů [online]. Dostupné z: <http://www.tuv-sud.cz>
- [3] REDAKCE AUTO.CZ. Slovník pojmů [online]. Dostupné z:
<http://www.auto.cz/main.php?site=slovník>
- [4] VLK, F.: Automobilová elektronika 2 – Systémy řízení podvozku a komfortní systémy, Vydavatelství a nakladatelství Vlk, Brno 2006, ISBN 80-239-7062-3
- [5] REDAKCE AUTO.CZ. Slovník pojmů [online]. [cit. 2009-2-12] Dostupné z:
<http://www.auto.cz/main.php?site=slovník>
- [6] BISKUP, Pavel. Elektrohydraulické brzdění SBC. Mercedes Firemní magazín, 2005, č. 1, s. 68.
- [7] KUBÍK, Ing. Michal *Komfortní systémy automobilu - ZCUP* [online]. Dostupné z:
http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:o6jqmhpcNegJ:webs.zcu.cz/fel/kae/DAE/DAE%252012_prednaska_Komfort2.pdf+Komfortn%C3%AD+systemy&hl=cs&gl=cz&sig=AHIEtbQFIRythu1mpcs1riA9oW1X5vUXfA
- [8] VLK, F.: Stavba motorových vozidel, Vydavatelství a nakladatelství Vlk, Brno 2003, ISBN 80-238-8757-2
- [9] Evropské normy EHK a ECE
- [10] Normy Státní správy pro dálniční bezpečnost v USA (FMVSS)
- [11] Kovanda, J., Šatochin, V.: Pasivní bezpečnost vozidel, Vydavatelství ČVUT, Praha 2000, ISBN 80-01-02235-8
- [12] Dokumentace a protokoly Evropského výboru pro bezpečnost EEVC
- [13] Petr Bureš, Ondřej Přibyl *Senzory ve vozidle a jejich komunikační rozhraní- YPMZD* [online]. Dostupné z:
http://euler.fd.cvut.cz/predmety/pmzd/lectures/2009/05_senzory_ve_vozidle_09.pdf
- [14] GOOGLE.CZ. *Obrázky* [online]. Dostupné z:
www.auta5p.eu/informace/podvozek/podvozek3.htm
- [15] AUTOLEXICON.NET. *Slovník pojmů* [online]. [cit. 2009-1-16]. Dostupné z:
http://cs.autolexicon.net/slovník_0-9/
- [16] GOOGLE.CZ. *Obrázky* [online]. [cit. 2005-5-13]. Dostupné z:
auto.idnes.cz/automoto.asp?r=automoto&c=A0505...

- [17] Portál nezávislé organizace provádějící crash-testy – <http://www.euroncap.com>
- [18] VLČEK, Ing. Jiří. *Jednoduchá elektronika pro obor autoelektrikář pdf*
[online].Dostupné z: www.google.cz a název : *snímače v motorových vozidlech*

11. Seznam použitých obrázků

- Obr. 1 Brzdová soustava vozidla [14]
- Obr. 2 Pásová brzda [14]
- Obr. 3 Bubnová brzda [14]
- Obr. 4 Kotoučová brzda [14]
- Obr. 5 Základní části ABS systému [15]
- Obr. 6 Princip činnosti snímače [15]
- Obr. 7 Řízení s ABS systémem [15]
- Obr. 8 Řízení bez ABS systému [15]
- Obr. 9 Bez ASR systému [15]
- Obr. 10 S ASR systémem [15]
- Obr. 11 Nedotáčivý smyk v zatáčce [15]
- Obr. 12 Přetáčivý smyk v zatáčce [15]
- Obr. 13 Bez ESP systému [15]
- Obr. 14 ESP systém [15]
- Obr. 15 ESP systém [15]
- Obr. 16 Rozdělení četnosti nehod [8]
- Obr. 17 Čelní náraz vozidla [16]
- Obr. 18 Čelní náraz s přesahem 40% šířky vozidla [16]
- Obr. 19 Boční náraz pohyblivého vozíku
(dle evropských norem EU NCAP, AU,IP,IIHS) [16]
- Obr. 20 Boční náraz vozíku podle amerických norem [16]
- Obr. 21 Boční náraz do válcového tělesa [16]
- Obr. 22 Náraz zezadu do stojícího vozidla [9]
- Obr. 23 Převrácení autobusu plošinou [9]
- Obr. 24 Body přední části vozidla spojující bezpečnost člověka [8]
- Obr. 25 Test střetu impaktorem [17]
- Obr. 26 Hodnocení oblastí nárazu [17]
- Obr. 27 Princip činnosti Katalyzátoru +Lambda sonda (Zpětnovazební systém) [13]
- Obr. 28 Zapojení senzoru v automobilu [18]

12. Seznam použitých zkratek

- 4WS** - (4 Wheel Steering) – řízení všech čtyř kol
- ABS** - (Anti-lock Braking Systém) – protiblokovací systém brzd, při blokování některého kola
- ADS** - (Adaptive Damping Systém) – systém adaptivního tlumení označující pro aktivní podvozek vozidla
- ACC** - (Adaptive Cruise Kontrol) – adaptivní tempomat udržující bezpečnou vzdálenost
- AIS** - (Abbreviated Injury Scale) – stupnice poranění
- AFL** - (Adaptive forward Lighting) – adaptivní světlometry od Opel
- AHS** - (Active Handling Systém) - elektronický stabilizační program vozidla Chevrolet
- ASR** - (Antriebs-Schlupf-Regelung) – protiprokluzový systém vozidel
- ASC** - (Automatic Stability Control) – elektronický protiprokluzový systém vozidla
- APS** - (Auto Pilot Systém) – navigační systém automobilky Mercedes- Benz
- APGS** – automaticky systém parkování a sledování překážek
- BAS** - (Brake Assistant Systém) – brzdový asistent řidiče
- BDW** - (Brake Disc Wipping) – systém osušování brzdového kotouče
- BESIP** - organizace Bezpečnost Silničního Provozu
- CAPS** - (Combined Active & Passive Safety) – kombinovaná aktivní a pasivní bezpečnost
- CAN-bus** - (Controller Area Network) – sběrnice pro vnitřní komunikaci senzorů a funkčních jednotek ve vozidle
- CBC** - (Cornenig Brake Kontrol) – doplněk ABS systému pro efektivnější brzdění v zatáčkách
- DSC** - (Dynamic Traction Control) - elektronický stabilizační program vozidla BMW
- DTC** - (Dynamic Traction Control) – protiprokluzový systém vozidla
- GPS** - (Global Positioning Systém) – systém zjišťování polohy pomocí družic
- HHC** - (Hill Hold Control) – elektronický systém usnadňující rozjezd do kopce
- HDC** - (Hill Descent Control) – asistent pro sestup z příkrých svahů
- IVS** - (In Vehicle Systém) – vozidlová jednotka
- EBV / EBD** - elektronický rozdělovač brzdné síly mezi nápravy
- E-Call** – systém okamžitého přivolání pomoci v případě nehody
- ECE** - (Economic Commission for Europe) – evropská hospodářská komise
- ECU** - (Electronic Control Unit) – počítač pro řízení automobilových systému
- EDS** - (Elektronische Differenzial-Sperre) – elektronická uzávěrka diferenciálu
- EHK / ES** - Evropská hospodářská komise (Evropské společenství)

ETC - Protiprokluzový systém vozidla

ETS - Protiprokluzový systém vozidla

ESP - (Electronic Stability Program) - elektronický stabilizační program vozidla

EU - Evropská Unie

Euro-NCAP – organizace zabývající se zkouškami a posuzováním pasivní bezpečnosti osobních vozidel

eSafety – organizace zaměřující se na vývoj, integrování a používání inteligentních integrovaných systémů v silničním provozu.

FMVSS – (Federál Motor Vehicle Safety Standarts and Regulations) – celostátní standardy a nařízení pro motorová vozidla v USA

ICT – (Information and Communication Technologies) – informační a komunikační technologie

ISO - (International Organization for Standardization) – mezinárodní organizace pro normalizaci

ISOFIX - systém snadného ukotvení dětských sedaček

IRU - čidlo hlídání vnitřního prostoru

LCD - (Liquid Crystal Display) – displej z tekutých krystalů

MBA - (Mechanical Brake Assist) - mechanický brzdový asistent

MSR - (Motor Schlepptomment Regelung) – regulace brzdného momentu motoru

NGS - snímač náklonu

NHTSA - (National Highway Traffic Safety Administration) – národní správa dálniční bezpečnosti v USA

RSC - (Roll Stability Control) - stabilizační systém proti převrácení vozidla Volvo

RSE - (Rear Seat Entertainment) – systém pro zábavu na cestách od Audi

SBC - (Sensotronic Brake Control) – elektro-hydraulický brzdový systém

SCM - (Secondary Collision Mitigation) – nadstavba PBA systém předvídavého nouzového brzdění

TCS - (Traction Control System) – protiprokluzový systém vozidla

TC - (Traction Control) – protiprokluzový systém vozidla

OSN - organizace spojených národů

PBA - (Predictive Brake Assist) - systém předvídavého nouzového brzdění

PDC - (Park Distance Control) – parkovací asistent pro parkování do malých prostorů (BMW)

PSM - (Porsche Stability Management) - elektronický stabilizační program vozidla Porsche

PMHS - (Post Mortem Human Subjekt) – neživá těla

VDC - (Vehicle Dynamics Control) - elektronický stabilizační program vozidla Subaru

VSC - (Vehicle Stability Control) - elektronický stabilizační program vozidla Lexus