



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PASIVNÍ A AKTIVNÍ BEZPEČNOSTNÍ PRVKY V OSOBNÍCH AUTOMOBILECH

PASSIVE AND ACTIVE SAFETY FEATURES IN PASSENGER CARS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PATRIK JAHODA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. VÁCLAV PÍŠTĚK DrSc.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního
inženýrství Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Patrik Jahoda

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

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

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

Pasivní a aktivní bezpečnostní prvky v osobních automobilech

v anglickém jazyce:

Passive and active safety features in passenger cars

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Shromáždit informace o pasivních a aktivních bezpečnostních prvcích v moderních osobních vozidlech a kriticky zhodnotit jejich funkci.

Cíle bakalářské práce:

Soustředit informace o pasivních bezpečnostních prvcích v moderních osobních vozidlech a kriticky zhodnotit jejich přínos.

Soustředit informace o aktivních bezpečnostních prvcích v moderních osobních vozidlech a kriticky zhodnotit jejich přínos.

Seznam odborné literatury:

REIMPELL, Jornsens. The Automotive Chassiss. 2nd edition. Oxford: Butterworth - Heinemann, 2001. 444 s. ISBN 0 7506 5054 0.

MILLIKEN, William a MILLIKEN, Douglas.: Race Car Vehicle Dynamics. 1st edition. Warrendale: SAE, 1995. 857 s. ISBN 1-56091-526-9.

HUCHO, Wolf-Heinrich. Aerodynamics of road Vehicles. 4 ed. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1998, 918 s. ISBN 0-7680-0029-7.

HANEY, P. The Racing & High-Performance Tire. 1st edition. Warrendale: TV Motor-sports and SAE, 2003. 286 s. ISBN 0-9646414-2-9.

MORELLO, L., ROSTI ROSSINI, L., PIA, G., TONOLI, A. The Automotive Body. Springer Verlag, 2011. ISBN 978-94-007-0512-8.

GILLESPIE, T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 1992. ISBN 1-56091-199-9.

Firemní

literatura.

Internet.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 19.11.2014

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na bezpečnostní prvky všeho druhu v osobních automobilech a jejich obecným seznámením. Tyto prvky jsou dále rozděleny, rozvíjeny a stručně popsány. Práce obsahuje také krátké shrnutí historie bezpečnostních prvků. Závěr obsahuje zhodnocení přínosu jednotlivých prvků. V práci je dále vloženo video s crash testem.

KLÍČOVÁ SLOVA

Aktivní bezpečnost, pasivní bezpečnost, bezpečnostní prvky, brzdná dráha, nehody, srážky, elektronické systémy

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with safety elements of all kinds in personal vehicles and their general introduction. This elements are divided and broadened and roughly described. My work contains short summary of history of safety elements. Conclusion contains evaluation of individual elements. Video with crash test is inserted in this graduate work.

KEYWORDS

Active safety, passive safety, safety features, braking distance, accidents, collisions, electronic systems



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JAHODA, P. *Pasivní a aktivní bezpečnostní prvky v osobních automobilech*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 55 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením prof. Ing. Václava Píštěka, DrSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 20. května 2015

.....

Jméno a přímení



PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce panu profesoru Ing. Václavu Píštěkovi, DrSc. za odborné vedení, pomoc a cenné připomínky při vypracovávání této práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přítelkyni za poskytnutou podporu a zázemí.



OBSAH

Úvod	10
1 Rozdělení bezpečnostních prvků	11
2 Pasivní bezpečnostní prvky	12
2.1 Karoserie vozidla	12
2.2 Deformační zóny vozidla	12
2.3 Bezpečnostní pásy	13
2.4 Airbagy	14
2.5 Belt Bag	14
2.6 Polohovatelná kapota PPDB	15
2.7 Aktivní opěrka hlavy	15
2.8 Dětské autosedačky	16
2.9 Zadržný systém Isofix	16
2.10 Pohon vozidla	17
2.11 Pre-Safe Structure	17
2.12 Pre-Safe Pulse	18
2.13 Sun Safe Glass	18
3 Aktivní bezpečnostní prvky	20
3.1 Světlomety	20
3.2 Systém Corner	21
3.3 Adaptivní světlomety AFL	21
3.4 Funkce Spotlight	22
3.5 Brzdy	22
3.6 Multikolizní Brzda	23
3.7 Zavěšení kol ABC	24
3.8 Adaptivní tempomat ACC	25
3.9 Protiblokovací systém ABS	26
3.10 Systém ASR	27
3.11 Řízení uzávěru diferenciálu EDS	27
3.12 Kontrola stability ESC	27
3.13 Elektronický posilovač řízení EPS	29
3.14 Systémy rozdělení brzdného účinku EBV a EBD	29
3.15 Brzdový asistent BAS	29
3.16 Vak Braking Bag	30
3.17 Aktivní řízení kol 4Control	30
3.18 Asistenti pro zdolávání svahů HDC a HSA	31



3.19	Kamerový systém Opel Eye.....	32
3.20	Pre-Safe 360°	33
3.21	Radarový systém BLIS.....	33
3.22	Kontrola dodržování pruhů LDW	34
3.23	Asistent držení jízdního pruhu LKAS	34
3.24	Crew Protect Assistant	34
3.25	Alkoholový zámek	35
3.26	Detekce únavy řidiče.....	35
3.27	Asistenti jízdy v kolonách.....	36
3.28	Ochranný systém MyKey.....	37
3.29	Pneumatiky.....	37
3.30	Systém PAX.....	38
3.31	Systémy nouzové signalizace.....	39
4	Bezpečnostní prvky v historii.....	40
	Závěr.....	43
	Seznam použitých zkratk.....	53
	Seznam příloh.....	55



ÚVOD

Jako téma mé bakalářské práce jsem si zvolil problematiku pasivních a aktivních bezpečnostních prvků v osobních automobilech. Toto téma jsem si vybral proto, že mám velkou zálibu v automobilech již od dětství. V dospělosti se moje zájmy prohloubily a začal jsem se podrobně zajímat o různé detaily a novinky ze světa automobilů. Informace o bezpečnostních prvcích v osobních vozidlech, které jsem získal při absolvování kurzu autoškoly, byly pro mne nedostačující. Začal jsem se o tuto problematiku zajímat podrobněji. V současnosti je pro mě jako aktivního řidiče toto téma aktuální, důležité a smysluplné. Rozhodl jsem se toto téma zpracovat jako svou bakalářskou práci.

Přestože již v dnešní době existuje mnoho bezpečnostních prvků, které starší typy vozidel neměly, je nehodovost a úmrtnost na silnicích stále velmi vysoká. Doufám, že při hlubším prostudování dané problematiky se seznámím se současnými špičkovými technologiemi, které zajišťují maximálně možnou ochranu a bezpečnost cestujících v osobních automobilech.



1 ROZDĚLENÍ BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ

Na celém světě roste intenzita silniční dopravy, což nevyhnutelně vede ke zdokonalování a vyvíjení nových bezpečnostních prvků ve vozidlech. V dnešní moderní době automobily obsahují velké množství prvků, které přispívají ke zvyšování bezpečnosti silničního provozu. Nejde pouze o elektronické systémy, které jsou v automobilech instalovány, patří sem též konstrukční a technologické provedení některých částí automobilu. Všechna vozidla a to nejenom osobní automobily jsou vždy posuzovány z dvou hledisek. [1], [2], [3], [4], [6], [7]

- První z nich je pasivní bezpečnost, ta má za úkol zabránit zranění, či dokonce úmrtí při autonehodě. I v dnešní době žádné vozidlo obsahující tyto prvky nemůže být absolutně bezpečné, avšak může být bezpečnější než modely vozidel, které byly vyráběny dříve.
- Druhé hledisko je aktivní bezpečnost, která má za úkol zabránit havárii, či autonehodě. To blíže znamená např.: rychle odjet z kritického místa, zastavit včas před překážkou, nespadnout do příkopu, dále udržování bezpečné vzdálenosti nebo asistence brzdění při již zmíněném zastavování vozidla.



Obr. 1: Systémy pro bezpečnější vozidla [7]



2 PASIVNÍ BEZPEČNOSTNÍ PRVKY

Tyto prvky jsou navrženy tak, aby pohlcovaly a přeměřovaly energii nárazu a současně minimalizovaly následky nehody, jestliže k ní dojde. Patří mezi bezpečnostní architekturu vozidla. Do těchto prvků chránících posádku vozidla před následky havárie patří karoserie vyrobená z větší části z ocelí s vysokou pevností a deformačních zón, které se konstrukčně mají deformovat od posádky automobilu. Též sem patří soustava airbagů, která nejlépe pracuje společně s bezpečnostními pásy. Dalšími prvky, které spadají do okruhu pasivní bezpečnosti, jsou systémy Corner, ukotvení ISOFIX, aktivní opěrka hlavy, systém PPDB a další. [3], [4], [8], [9], [10], [11]

2.1 KAROSERIE VOZIDLA

V dnešní době se moderní karoserie vyrábějí lehčí, ale zároveň robustnější. Toho je dosaženo využitím vysocepevnostních ocelí a ocelí se zvýšenou pevností (téměř 25 % bezpečnostní struktury moderních vozidel), tak i nejmodernějšími výrobními postupy.

Mezi postupy výroby dílů karoserie patří zahřátí materiálu na přibližně 950 °C a následné vylisování za stále vysokých teplot. Dokončení dílů spočívá v prudkém ochlazení (5 vteřin) na teplotu 180 °C. Tyto díly z vysokopevnostních ocelí tím získávají až 6× větší pevnost než hlubokotažné oceli a téměř 4× větší pevnost než běžné oceli se zvýšenou pevností. Za použití těchto technologických postupů je dosaženo požadované kolizní odolnosti i s materiály tenčími a tím i lehčími, než při výrobě dílu z běžné oceli. To vede k výraznému snížení hmotnosti konstrukčních celků a s tím spojené množství potřebného materiálu. Mezi další způsoby zvýšení tuhosti a současně snížení hmotnosti patří ocelové profily s proměnnou tloušťkou, což také patří mezi technologie zvyšující odolnost karoserie.

Karoserie, která je konstrukčně velice tuhá, společně s deformačními zónami, dokáže velice úspěšně zachovat bezpečný prostor pro posádku automobilu v různých nebezpečných a typově odlišných situacích. [14], [15]

2.2 DEFORMAČNÍ ZÓNY VOZIDLA

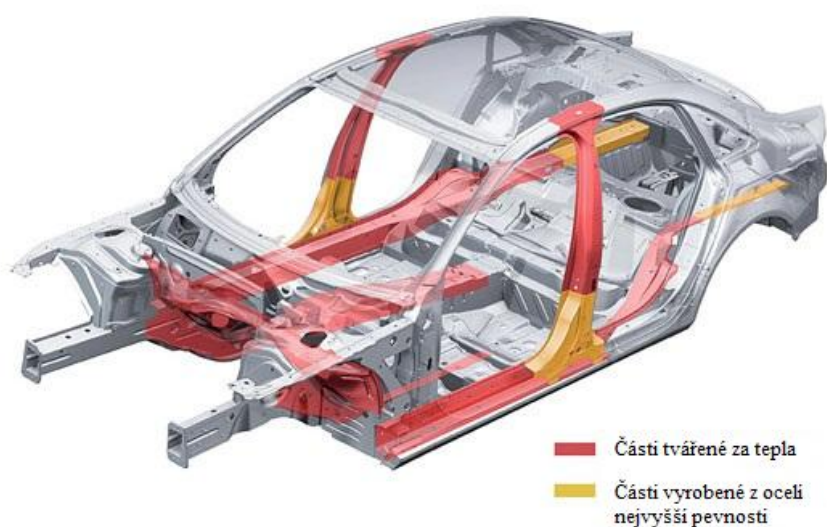
Jde o části karoserie vozidla, které se při nárazu o cizí těleso deformují. Tyto zóny jsou navrhovány tak, aby absorbovaly, co možná největší množství energie vzniklé při nárazu cizím tělesem. Toho je dosaženo za pomoci počítačem navrhnutých profilů, na základě počítačové simulace při působení vnějších sil. Účinnost těchto profilů se ověřuje tzv. bariérovou zkouškou vozidla, či dalšími nárazovými zkouškami. Další možností, jak dosáhnout co největší účinnosti, je vhodným tvarováním, nebo dimenzováním částí karoserie či rámu vozu. V dnešní době jsou deformační zóny u automobilů obehnány okolo celého prostoru pro pasažéry, kvůli dosažení maximálního bezpečí pro cestující při nárazech zezadu, ze stran, či dokonce při převrácení auta.

Bariérová zkouška je prováděna za použití betonového panelu. Lepší alternativou je čelní střet dvou proti sobě jedoucích aut, která v sobě mají umístěné tzv. Oskary namísto posádky. Tyto figuríny na sobě mají připevněná čidla, která snímají různé následky nárazu a z těch jsou diagnostikovány zranění, která by utrpěla živá posádka automobilu.



Nejdůležitější ze všech deformačních zón je vzhledem k četnosti srážek zóna příďe. Tato zóna se ověřuje již dříve zmíněnou bariérovou zkouškou. Ta ve skutečnosti vypadá tak, že se simuluje skutečná srážka, a to za pomoci betonového panelu, do kterého narazí auto v 50 km/h. Hlavním kritériem v této zkoušce je, aby hřídel volantu nepronikl do interiéru vozidla dále než o 127 mm. Neméně důležité je, že nesmí proniknout žádný z komponentů motoru do prostoru pro pasažéry. Dalším kritériem jsou dveře, kde alespoň jedny musí jít po nehodě otevřít bez použití jakýchkoliv nástrojů.

Čelní srážky však nejsou zdaleka ty nejčastější. I při srážkách do boku, či zezadu do vozidla se kontroluje, zda deformační zóny dokázaly zabránit vniknutí cizího tělesa do prostoru pro posádku. Požadavky na účinnost všech deformačních zón jsou tedy velmi podobné. [15]



Obr. 2: Deformační zóny karoserie [15]

2.3 BEZPEČNOSTNÍ PÁSY

Jde o zařízení, které je používáno pro zvýšení bezpečnosti posádky při nehodě a pro snížení následků případné nehody v dopravním prostředku. Díky bezpečnostním pásům je pasažér připoután k sedadlu. Spolu s dětskou autosedačkou patří mezi zádržné bezpečnostní systémy.

Pásy jsou rozděleny na typy, které se rozdělují podle počtu bodů, kterými je pasažér spojen s autem. Nejčastěji jsou v moderních automobilech používané dvoubodové a tříbodové pásy. Počet stykových bodů se může dostat až na sedm.

Nejbezpečnější a nejúčinnější jsou bezpečnostní pásy do 50 km/h a to v kombinaci s funkčními airbagy. Samotné airbagy použité bez bezpečnostních pásů jsou pro pasažéry velmi nebezpečné a mohou mít při autonehodě katastrofické následky. Ovšem i účinnost pásů může být dramaticky snížena neohleduplnými spolucestujícími na zadních sedáčkách, kteří nejsou připoutáni a tudíž hrozí při srážce jejich vymrštění ze sedadel a následné zranění ostatních osob ve vozidle. Při používání bezpečnostních pásů se výrazně snižuje úmrtnost na silnicích. Podle prokázaných studií přežijí dva ze tří lidí.

Používání bezpečnostních pásů je až na několik výjimek povinné (v EU od roku 2006). Nedodržení je trestáno odebráním bodů v bodovém systému. Používání bezpečnostních pásů



je povinné i pro těhotné ženy a děti. Děti, které jsou menší než 1,35 m musí být posazeny na zařízení schválené pro jejich věk tzv. podsedák. Opatření, která jsou zaměřena na používání tohoto bezpečnostního prvku zachrání každoročně v EU až 7300 životů. [16], [17]

2.4 AIRBAGY

Jde o vaky, které se při autonehodě naplní vzduchem a tím ochrání posádku automobilu před nárazem na části interiéru vozidla. Tyto vaky mohou být naplněny vzduchem během několika milisekund. Nejúčinněji snižují rychlost nárazu hlavy a hrudníku, pracují-li v kombinaci s bezpečnostními pásy. Naopak při nepoužití bezpečnostních pásů v kombinaci s funkčními airbagy hrozí katastrofální následky pro všechny pasažéry vozidla.

Airbagy se rozlišují podle konstrukčního umístění na čelní, boční, hlavové a kolenní. Potom ještě existují airbagy s označením **Interseat Protection** umístěné tak, aby dokázaly zabránit nárazu mezi dvěma vedle sebe sedícími pasažéry při bočním nárazu. V dnešních automobilech se airbagy instalují pro ochranu pasažérů jak na předních, tak i na zadních sedačkách. Nejmodernější tzv. inteligentní airbagy dokáží regulovat rychlost i objem naplnění v závislosti na síle a rychlosti nárazu.

Je prokázáno, že v případě použití bezpečnostních pásů v kombinaci s airbagy dochází ke snížení vážnějších poranění hrudního koše o 65 % a poranění hlavy o 75 %, Dále dochází ke snížení počtu smrtelných nehod u řidiče o 25 % a u pasažéra o 15 %. [18], [19], [20], [21]

2.5 BELT BAG

Jedná se o bezpečnostní prvek, který kombinuje airbag a bezpečnostní pás. Takto zkombinovaný nafukovací bezpečnostní pás se dokáže nafouknout (až 4 l objemu vaku) a zdvojnásobit tak svoji šířku, čímž se sníží tlak působící na tělo pasažéra během nehody. Tento prvek byl navrhnout na zadní sedadla, kde nelze umístit klasické čelní airbagy pro ochranu cestujících. [22]

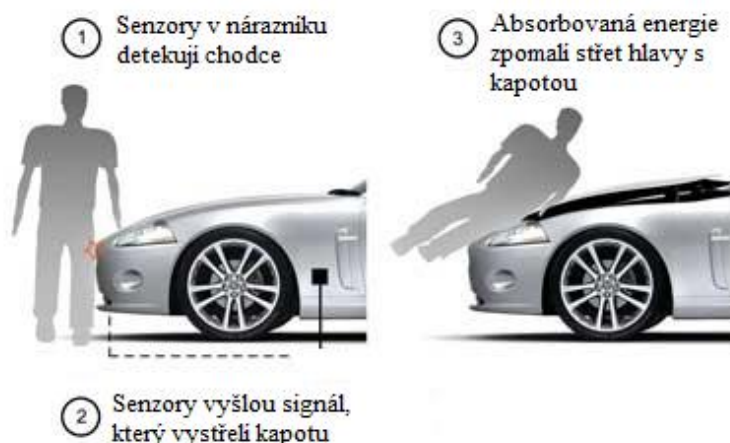


Obr. 3: Belt Bag [22]



2.6 POLOHOVATELNÁ KAPOTA PPDB

Prvek pasivní bezpečnosti, který má za úkol snížit zranění chodců při srážce s osobním automobilem. Jedná se o pyrotechnicky polohovatelnou přední kapotu, která je za pomoci pyrotechnických rozbušek mírně nadzvednuta, což má za následek větší prostor pro absorbování energie a tím zpomalení nárazu těla na kapotu. Rozbušky reagují po detekci chodce senzorem a kapota je za jejich pomoci vystřelena až desetkrát rychleji než je mrknutí oka. [23]



Obr. 4: Reakce systému PPDB [23]

2.7 AKTIVNÍ OPĚRKA HLAVY

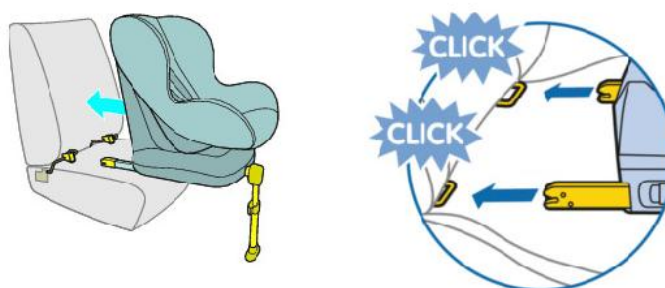
Aktivní opěrka hlavy se v okamžiku dopravní nehody vysune díky pákovému mechanismu blíže k hlavě člena posádky a tím slouží ke zpomalení pohybu hlavy, což v praxi znamená, že zachycuje setrvačné síly zatěžující krční páteř a snižuje ohybový moment na krční páteř až o 45 %. Dnes existují i další principy, které umožňují vysunutí opěrky, například opěrka firmy Johnson Controls, která se vysune díky servomotorům a to za necelých 20 ms. [24]



Obr. 5: Aktivní opěrka hlavy [24]

2.8 DĚTSKÉ AUTOSEDAČKY

Na našich silnicích platí, že dítě menší než 150 cm a lehčí než 36 kg musí být usazeno do dětské autosedačky, která dokáže dítě spolehlivě zadržet v případě nehody na místě. Systém s dětskými autosedačkami je odezva na držení dítěte v náruči, kde hrozí rozmačkání dítěte tělem dospělého člověka. Takových případů není málo a statisticky je uvedeno, že nepřipoutané děti umírají při nehodě 7× častěji, než děti zabezpečené v autosedačce. [25]



Obr. 6: Dětská autosedačka s ukotvením Isofix [26]

2.9 ZÁDRŽNÝ SYSTÉM ISOFIX

Systém ISOFIX je schválené ukotvení dětské autosedačky od roku 2006 v osobních automobilech. Jedná se o velmi spolehlivé spojení dětské autosedačky s konstrukcí vozu, které snižuje možnost zranění dětí a též výrazně snižuje riziko nesprávné instalace dětské sedačky. Kotevní body systému ISOFIX lze nalézt na krajích sedadel, tak aby byl použit v kombinaci s bezpečnostními pásy vozidla. [25], [26]



2.10 POHON VOZIDLA

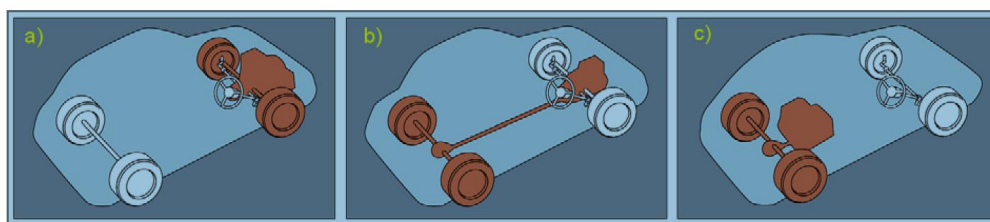
Technický způsob tvorby a předání mechanické energie zejména pak uvádění do pohybu. Uvádění do pohybu je definováno způsobem dodávání energie nutné pro práci stroje, změnou energie na mechanický pohyb a konkrétní realizaci zařízení konající práci.

Pohon se rozděluje podle umístění motoru a typu poháněných kol uváděných do pohybu. Takto rozdělené pohony jsou tři a to přední, zadní a pohon všech kol.

U pohonu předních kol se ve většině případů motor nachází v přední části vozidla, avšak používá se i napříč uložený motor. Tyto motory pohánějí pouze přední kola silničního vozidla.

U pohonu zadních kol je motor v dnešní době umísťován do přední části vozidla. Dříve se u tohoto pohonu umísťoval motor do zadní části, to však vedlo ke špatnému řízení z důvodu nevyváženosti vozidla.

Pohon všech kol, také označován jako 4x4 je druh pohonu, který uvádí v pohyb všechny čtyři kola naráz. Tento pohon je typický pro osobní terénní vozidla, či pro nákladní vozidla. Vozidla s tímto pohonem mají zlepšené trakční schopnosti, jsou lépe uzpůsobeny k pohybu na povrchu s horší přilnavostí, tedy na sněhu, písku, bahnu atd. [27]

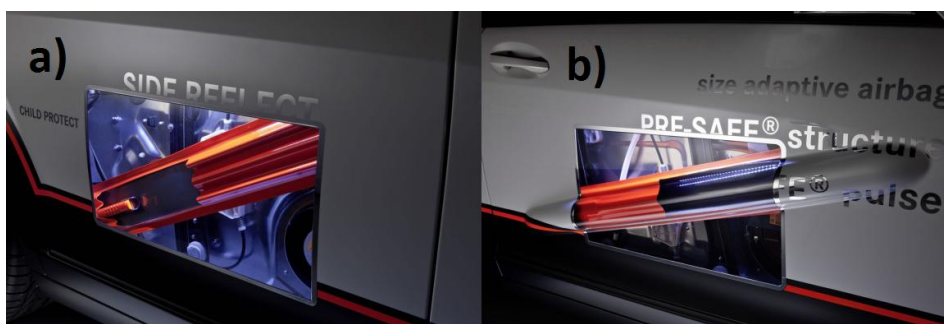


Obr. 7: Uspořádání pohonu dvou kol a) Přední pohon b) Klasická koncepce c) Zadní pohon [27]

2.11 PRE-SAFE STRUCTURE

Jde o zcela nový prvek ve zkušebních fázích, který pochází ze společné spolupráce koncernu Daimler s firmou Autoliv. Jedná se o prvek pasivní bezpečnosti téměř z oblasti sci-fi tematiky. K lepšímu popsání poslouží představa nafukovací postele z kovové tkaniny, která je v nenafouknutém stavu umístěna na místo výztuhy v karoserii, například ve dveřích. Nespornou výhodou je, že na rozdíl od profilovaných výztuh prvek Structure zabere mnohem méně místa a při jeho použití je ušetřeno půl kilogramu na váze ve srovnání s ocelovými výztuhami obdobných vlastností.

I přesto, že se zdá tento prvek ideálním pro instalace na každém vozidle, není zcela připraven na každodenní používání. Bezproblémová funkčnost se potýká s několika problémy. Jedním z nich je nevratnost jednou již nafouknutých výztuh, které nelze vyklepat nebo rovnat na rovnacích stolicích, což znamená drahou výměnu. Dalším problémem je vysoká cena specifických generátorů plynu, které musí splňovat požadované charakteristiky, jako například musí být malé, rychlé a svojí konstrukcí lehké. Kvůli těmto důvodům je nutnost používání vysoce přesných spouštěcích senzorů, které budou tento systém aktivovat jen v případech, ve kterých je to nezbytné. [28]



Obr. 8: Systém Structure a)před aktivaci b)po aktivaci [28]

2.12 PRE-SAFE PULSE

Tento nový systém pochází od techniků z automobilky Mercedes-Benz a je navržen tak, aby dokázal redukovat boční síly působící na těla pasažérů v případě bočního nárazu. Této ochrany je dosaženo za pomoci nafouknuté bočnice sedadla, která tak dokáže odmrštit těla cestujících až 5 cm od místa největšího nebezpečí v podobě ohýbajících se plechů. Velká výhoda tohoto systému tkví v tom, že po aktivaci není nutné vyměňovat bočnice sedadel a to díky tomu, že tento systém je navržen pro sedadla nové třídy E, která jsou stavěna pro dynamickou podporu těla. [29]



Obr. 9: Pre-Safe Pulse [29]

2.13 SUN SAFE GLASS

Název prozrazuje že se jedná o skla s ochranou proti slunci, přesněji řečeno proti UV záření. Není to však jediná věc, před kterou chrání. jedná se o speciálně vrstvená skla, která uprostřed obsahují bezpečnostní fólii, bránící vysypání skla na cestující a zároveň vnitřek vozidla před vniknutím cizího tělesa do prostoru vozidla, jak při nehodě, tak při vloupání. Zároveň zlepšuje izolaci interiéru vozidla v létě i zimě, čímž zlepšuje podmínky při cestování. [30]



Obr. 10: Poskládání skel Sun Safe Glass [30]



3 AKTIVNÍ BEZPEČNOSTNÍ PRVKY

Prvky aktivní bezpečnosti mají za úkol zabránit nebo předejít dopravním nehodám. Patří mezi ně vlastnosti vozu, technická zařízení a systémy. Nejdůležitějšími prvky jsou především kvalitní účinné brzdy, pneumatiky, tlumiče potřebné ke kontaktu vozovky s pneumatikami. Dále dobré osvětlení vozidla a přesné řízení, které zajišťuje správnou manévrovatelnost. Mezi další prvky, které zvyšují aktivní bezpečnost vozidla, patří jízdní vlastnosti vozidla, ergonomie vozidla, dostatečný výhled z vozidla, výkon motoru, optimální trakce a dokonce řidičovo pohodlí. V moderních automobilech jsou instalovány elektronické systémy zvyšující aktivní bezpečnost. Do těchto systémů patří např. ABS, ABC, ESC, BLIS, ACC a další. [1], [2], [12], [13]

Prvky aktivní bezpečnosti jsou děleny podle způsobu fungování a funkce na:

- **Varovné systémy vozidla**

Tyto systémy pouze poskytují řidiči jasnou a srozumitelnou informaci nebo varování jak jednat, nikdy nezasahují do řízení automobilu.

- **Asistenční systémy řidiče**

Jsou to systémy, které jsou schopné v kritických situacích významně pomáhat řidiči, nebo mohou převzít část kontroly nad automobilem. Jejich význam je v každodenním silničním provozu nepostradatelný.

- **Plně automatické systémy**

Patří mezi systémy, které dokáží převzít aktivitu řidiče. Mohou být aktivovány mnoha způsoby. Některé se aktivují po uvedení vozidla do chodu a fungují po celou dobu řízení. Jiné jsou aktivovány poté, co řidič požádá o pomoc, či podporu. Tyto systémy výrazně snižují možnost vzniku nehody a v případě nehody její následky.

3.1 SVĚTLOMETY

Jde o zařízení sloužící k různému druhu osvětlení. Osvětlení vozidel je tvořeno světlomety, které mají za úkol osvětlovat vozovku. Dále ostatní světla, která osvětlují prostor, nebo přístroje (kontrolky) automobilu. Jiná mají návěstní funkci nebo obě funkce současně. [78], [79]

Světlomety používané k osvětlení vozovky jsou dále rozděleny.

Tlumené světlo lze používat k osvětlení vozovky před vozidlem, aniž by nepatřičně oslňovalo nebo obtěžovalo ostatní řidiče, či jiné účastníky provozu.

Dálkové světlo lze používat k osvětlení vozovky na velkou vzdálenost. V případě blízkého auta se musejí ztlumit, neboť hrozí oslnění, či obtěžování řidiče.

Světla pro denní svícení jsou speciální světla, která lze používat ke zvýraznění vozidla při nesnížené viditelnosti. Tato světla nevytváří světelný kužel, tak jako ostatní, ale rozptýlené



světlo, které je optimální pro zvýraznění automobilu ve dne. Je tak mnohem lépe snesitelné pro lidské oko.

Světlo do mlhy lze používat ke zlepšení osvětlení a následné viditelnosti při mlze, sněžení, bouřkách nebo v mračcích prachu.

Existují i **světlo přídavné**, které musejí být před používáním na vozovkách homologovány. Pracovní světlo a hledací světlo je zakázáno používat za jízdy. Způsobují-li tyto světla oslnění, je vozidlo nezpůsobilé k provozu.

3.2 SYSTÉM CORNER

Jedná se o světla rozšířená o funkci Corner, které představují novou technologii v oblasti předních světel osobních automobilů. Jde o systém monitorující rychlost automobilu a úhel natočení volantu. Podle směru a velikosti úhlu dokáže aktivovat levý, nebo pravý mlhový světlo. Takto aktivované světlo osvětlí bok a prostor vedle vozidla, čímž se výrazně zvyšuje bezpečnost automobilu. Jsou dříve vidět vysoké překážky, cyklisté, či chodci.

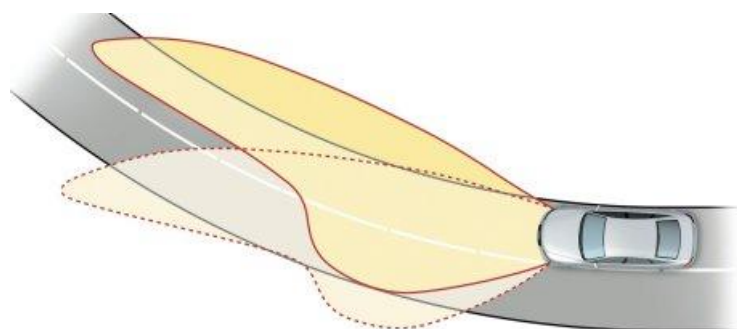
Systém je aktivní pouze do rychlosti 40 km/h. Po přesáhnutí dané rychlosti se sám automaticky vypne. [37]



Obr. 11: Mlhovka a)klasická b)s funkcí Corner [37]

3.3 ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY AFL

Jedná se o inteligentní multifunkční natáčecí světla, které stejně jako světla s funkcí Corner fungují v závislosti na natočení volantu, na rychlosti vozidla a navíc ještě na otáčení vozu kolem svislé osy. Rozdíl je v tom, že tyto světla se natáčejí samy, v rozmezí $\pm 15^\circ$. Není potřeba aktivace pravého, či levého mlhového světla. Takto fungující světla dynamicky osvětlují okolí vozidla, což je velice užitečné v zatáčkách. Dokážou osvětlit prostředí až do 800 metrů, což je vzdálenost, která je dost velká pro odvrácení střetu s nečekanou překážkou na vozovce. Pokud by byl systém nainstalován na všechny vozy v Evropě, tak by se až 15 % řidičů, kteří havarovali, dokázalo vyhnout střetu s překážkou na vozovce v zatáčce. [38], [39]



Obr. 12: Adaptivní světlomety [39]

3.4 FUNKCE SPOTLIGHT

Jedná se o funkci ke speciálním světlometům, která je navržena tak, aby při jízdě v noci světlomety neoslňovaly protijedoucí vozidla tím, že automaticky přepnou světlomety, čímž pomáhají řidiči v plném soustředění se na řízení. Celý tento proces funguje díky infračerveným kamerám, které jsou umístěny v hlavních světlometech. Pokud kamera zaznamená blížící se vozidlo, pak počítač vozidla okamžitě vyhodnotí polohu vozu a následně ztlumí určité diody světlometů a tím zabrání v oslnění vozidla v protisměru. Výhodou této funkce je, že může fungovat i přesně naopak. Tedy tak, že pokud kamera zjistí potenciální nebezpečí ve tmě kolem vozidla, například chodce, či srnku u krajnice, pak se světlomet zaměří právě na místo možného nebezpečí. Tím umožňuje řidiči reagovat mnohem přesněji a hlavně dříve. [40], [41]



Obr. 13 Světlomet s funkcí Spotlight [41]

3.5 BRZDY

Jsou zařízení technického rázu. Slouží k udržení vozidla v klidu, k zastavení nebo zpomalení vozidla, které je v pohybu. Používání brzdy přeměňuje pohybovou energii na jiný druh energie, jako například teplo, či elektrickou energii atd. Brzdy se neobjevují pouze u dopravních prostředků, ale jsou využívány i u strojních zařízeních.

Brzdy jsou rozděleny na různé typy podle způsobu brzdění a to na typy mechanické, elektrodynamické, pneumatické a hydraulické. [82], [83]

Mechanické brzdy působí mechanickou silou na část vozidla, která se pohybuje, což mohou být kola, nápravy a převodové mechanismy.

- **Špalíková brzda** obsahuje brzdové špalíky působící na jízdní plochu kola.



- **Bubnová brzda** obsahuje brzdové čelisti působící na vnitřní stěny bubnu spojeného s vozidlem.
- **Kotoučová brzda** obsahuje brzdová prasátka, která jsou umístěna po stranách kotouče nasazeného na hřídeli.
- **Pásová brzda** brzdí za pomoci pásu omotaného kolem brzděného kola. Je využívána u pevných zařízení.
- **Západková brzda** se více využívá jako pojistka, či zajišťovací brzda. K zabránění pohybu slouží západka. Je používána hlavně u kladek.

Pneumatické a hydraulické brzdy využívají stlačování a proudění plynů a kapalin.

- **Motorová brzda** využívá podtlak válců motoru jako brzdnu sílu. Lze nalézt u vozidel se spalovacím motorem, tedy u některých nákladních aut a autobusů.
- **Výfuková brzda** využívá klapky ve výfuku. Lze nalézt u spalovacích motorů stejně jako motorové brzdy.
- **Riggenbachova brzda** - upravený parní stroj, který stlačuje vzduch a tím vytváří brzdnu sílu. Využití u dlouhých sjezdů u lokomotiv.

Hydrodynamická brzda - brzdny účinek způsobují ztráty v proudění, které vznikají při brzdění vstupní hřídele a rozproudění oleje výstupní hřídelí. Dochází k přeměně kinetické energie na tepelnou energii za pomoci tření kapaliny v uzavřeném bubnu.

Aerodynamická brzda - využívají se pevné nebo nastavitelné plochy, které záměrně zvyšují aerodynamický odpor tělesa. Používá se u letadel a rychlých strojů.

Elektrodynamické brzdy využívají kinetickou energii, kterou mění v elektrickou energii a ta se vrací zpět do sítě. Lze přirovnat k motorové brzdě, neboť k brzdění se též využívá motor.



Obr. 14: Kotoučová brzda [82]

3.6 MULTIKOLIZNÍ BRZDA

Prvek aktivní bezpečnosti, který má zamezit dalšímu zranění posádky vlivem dalších kolizí, které mohou nastat po prvním nárazu. Často se stává, že po prvním nárazu je řidič dezorientovaný, v šoku, či dokonce bezvědomý a nemá tak vozidlo plně pod kontrolou. Takto neřízený vůz se stává nebezpečím všem účastníkům silničního provozu, chodce nevyjímaje.



Vozidlo tak může způsobit mnoho škod nejen na majetku. Následné nárazy jsou o to více nebezpečné, protože již nefungují některé z bezpečnostních prvků, například airbagy, aktivní opěrky hlavy a další.

System multikolizní brzdy se spustí automaticky poté, co se aktivuje jeden z airbagů u řidiče, či spolujezdců. Pro optimální snížení rychlosti vozidla spolupracuje tato brzda s dalšími prvky, které plní úlohu stabilizace a vybočení z jízdního pruhu vozovky. Provedený průzkum prokázal, že pokud by byla vozidla vybavena tímto systémem, pak by se snížil počet smrtelných úrazů o 8 % a počet vážných zranění až o 4 %. [70], [71]



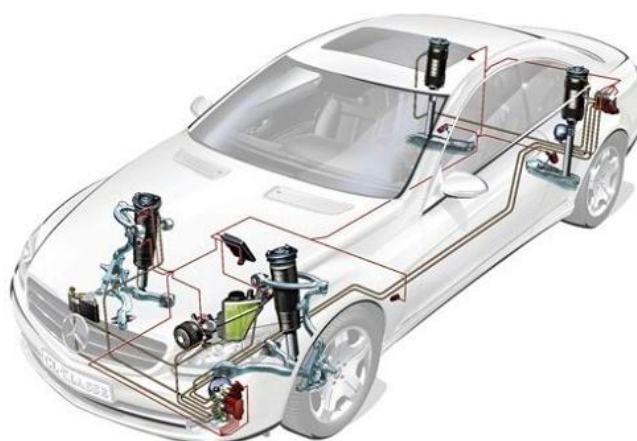
Obr. 15: Zabránění vjetí vozidla do protisměru [71]

3.7 ZAVĚŠENÍ KOL ABC

Také označováno jako aktivní zavěšení kol, neboli aktivně regulovaný podvozek, který je navržen pro komfortnější a bezpečnější jízdu. Tento podvozek dokáže za pomoci vysokotlakého kapalínového systému, důmyslných senzorů a výkonných procesorů pohotově přizpůsobovat odpružení karoserie podle jízdní situace. Výhoda tohoto podvozku spočívá v tom, že dokáže snížit pohyb karoserie v průběhu celého řízení (rozjezd, jízda v zatáčce, brzdění) téměř až o 70 %. Pro správnou funkci musí systém provádět nepřetržitou kontrolu a úpravu polohy podvozku za pomoci elektronických, hydraulických ale i mechanických prvků. Díky těmto prvkům a již zmíněných senzorů může systém reagovat na nové situace téměř okamžitě.

Celá funkčnost systému spočívá v tom, že každé kolo obsahuje v tlumící a pružící jednotce elektronicky řízený hydraulický válec, který vytváří aditivní sílu, čímž udržuje celkovou sílu na vinuté pružině. Hydraulické válce pak podle příkazů z řídicí jednotky a podle podmínek ovlivňují účinky vinutých pružin. Regulace je prováděna řídicí jednotkou každých 10 ms.

System ABC má na výběr dva programy, které se dají měnit tlačítkem na přístrojové desce. Program „KOMFORT“, který jízdními vlastnostmi připomíná jízdu limuzíny a dále program „SPORT“, který se dá přirovnat k vlastnostem sportovního vozidla. [77]



Obr. 16 Systém Active Body Control [77]

3.8 ADAPTIVNÍ TEMPOMAT ACC

Asistenční systém adaptivního tempomatu udržuje nastavenou rychlost vzhledem k odstupu vpředu jedoucího vozidla. Systém funguje za pomoci radarového snímače, který je umístěn v čelní mřížce vozidla.

Systém dokáže podle vzniklé situace sám přibrzdit, nebo zrychlit jízdu vozidla. Neboť sám přeměřuje vzdálenost vozu jedoucího před ním za pomoci rádiového signálu z radarového snímače a díky tomu systém přepočítává bezpečnou rychlost vozidla v závislosti na vzdálenosti. Pokud se stane, že se vozidlo jedoucí vpředu přibližuje příliš rychle a mohlo by dojít ke střetu, pak systém okamžitě upozorní řidiče a podnikne opatření k jeho odvrácení. A to tak, že připraví brzdy na prudké brzdění a sám začne snižovat rychlost.

U systému ACC jsou však i omezení, proto jej lze použít jen za určitých okolností. Není doporučeno používání za špatné viditelnosti, v hustém provozu, při opakované akceleraci a zpomalování. Dále pak u stanic pro vybírání mýtného, pro křižovatky a parkoviště, v klikatých zatáčkách a prudkých kopcích. Dalšími omezeními jsou špatné počasí a kluzké silnice pokryté vodou, ledem, či sněhem. Systém ACC nemusí rozpoznávat různé malé objekty na vozovce, jako jsou například motocykly a malá auta. Neupozorní ani na zaparkovaná vozidla nebo vozidla jedoucí pomaleji než 20 km/h. Jeho funkčnost je také určena rychlostními rozmezím, což je u různých automobilů jiné. [42], [43], [44]

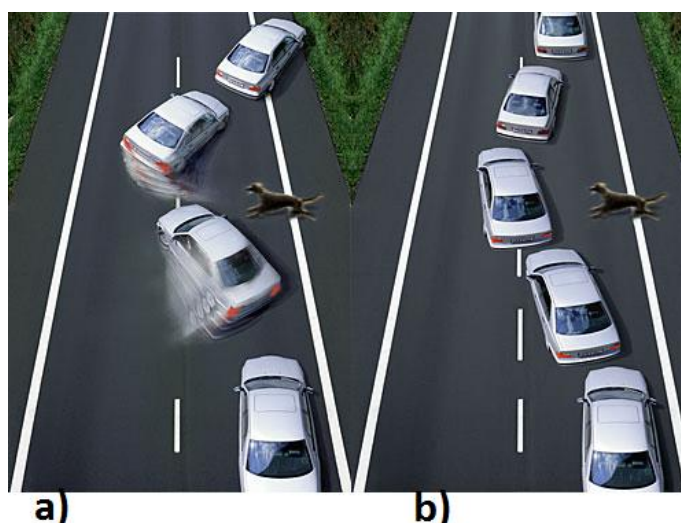


Obr. 17: Snímání tempomatu ACC [44]

3.9 PROTIBLOKOVACÍ SYSTÉM ABS

Jde o jeden ze základních prvků aktivní bezpečnosti automobilu. Tento elektronický brzdový systém zabraňuje zablokování kol vozidla i při prudkém brzdění, neboť má za úkol zabraňovat zablokování kol při brzdění a tím i ztrátě přilnavosti (adheze) mezi vozovkou a koly vozidla. Před zablokováním kol při brzdění brání tím, že automaticky reguluje brzdnou sílu v třemenech. Každé kolo má vlastní snímač, který podává řídicí jednotce informace o rychlosti otáčení u jednotlivých kol. Přispívá ke snížení brzdné dráhy na suché, vlhké a zledovatělé vozovce, avšak největší výhodou tohoto systému není snížení brzdné dráhy, ale především možnost řízení vozidla při brzdění.

V roce 2004 bylo dohodnuto výrobci ve sdružení ACEA, že protiblokovací systém ABS musí mít v Evropské unii každé nově homologované vozidlo. A od roku 2006 se tato dohoda začala vztahovat i na vozidla homologovaná dříve. [45], [46]



Obr. 18 Chování vozidla a) bez systému ABS b) se systémem ABS [45]



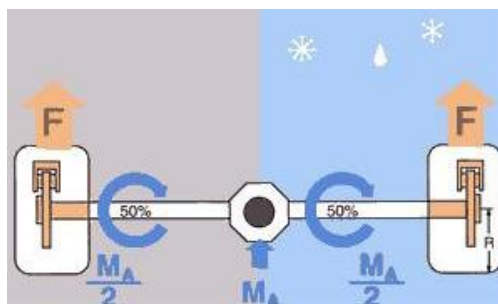
3.10 SYSTÉM ASR

Systém zabraňující protáčení poháněných kol tím, že sníží výkon motoru a tím i točivý moment na takovou hodnotu, kterou jsou kola vzhledem k adhezním podmínkám schopna přenést na vozovku bez protáčení. Jedná se o rozšiřující funkci ABS.

Řídící jednotka po celou dobu jízdy porovnává údaje o otáčkách kol hnané nápravy s otáčkami kol nepoháněné nápravy. Při prokluzu hnacích kol je hnací jednotce vydán pokyn k přibrzdění kol. V případě s vyšší rychlostí je řidiči dán příkaz k okamžitému ubrání plynu a tím i ke snížení točivého momentu, díky čemuž se kola přestanou protáčet. Pokud je systém aktivní je řidič informován formou blikající kontrolky na přístrojové desce a může tak uzpůsobit styl jízdy. Tento systém lze vypnout v případě, kdy je prokluz nevyhnutelný a to se sněhovými řetězy. Vozidlo, které je vybaveno ASR má zabudovanou i elektronickou uzávěrku diferenciálu EDS. [51], [52]

3.11 ŘÍZENÍ UZÁVĚRU DIFERENCIÁLU EDS

Systém EDS je elektronický systém řízené uzávěry diferenciálu, který je nejužitečnější v zimním počasí při rozjezdech. Nebo při jízdě do stoupání, kdy hrozí špatná adheze pneumatiky s vozovkou. Úkol tohoto systému je přibrzďovat protáčeující se hnací kolo a přenášet výkon na kolo, které má lepší adhezní podmínky s vozovkou. Jde o vyrovnávání silového poměru mezi koly. Pokud jsou adhezní podmínky na obou kolech stejné pak působí u poháněné nápravy s diferencíálem stejné velké momenty na obě kola, což znamená že každé z kol za ideálních podmínek přenáší 50 % celkového hnacího momentu. Tento systém funguje do 40 km/h. [53]



Obr. 19 Rozdělení sil a točivých momentů na nápravě [53]

3.12 KONTROLA STABILITY ESC

Elektronický systém zajišťující jízdní stabilitu při kritických situacích, které mohou při řízení nastat. Tento systém je také označován ESP, avšak ESC je nově vylepšen integrací mnoha dalších bezpečnostních prvků. Systém nepřetržitě monitoruje provozní situace, až 30× více jak řidič. Jakmile zaznamená odchylku od zvolené jízdní stopy (začínající smyk), začne sám a okamžitě upravovat pozici vozidla a tak umožní udržení kontroly nad vozidlem. Součástí tohoto systému je také systém elektronické regulace prokluzu kol, která má za úkol zabránit nadměrnému protáčení kol při akceleraci. Zajišťuje tak nejlepší možný záběr pneumatik s ohledem na jízdní situaci. Pro co nejlepší účinnost využívá protiskluzových systémů spolu



se systémy ABS, ASR, BAS, EBV, EDS a dalšími. ESC systém dovoluje využívat jízdní zákony až na samou hranici fyzikálních zákonů, díky čemuž zlepšuje aktivní bezpečnost.

Systémy a funkce integrované do systému ESC pro zvýšení bezpečnosti:

- **ABA** - přizpůsobí způsob jízdy aktivací systému HBA v závislosti na dopravní situaci. Dokáže zkrátit dráhu nutnou k zastavení. Tato funkce ke správné činnosti využívá i jiné systémy, či funkce, například systém ACC, u něhož využije radar, který dává pozor na rozestupy mezi vozidly.
- **AEB** - jde o automatické zahájení brzdění pokud dojde k neodvratitelné srážce, čímž se sníží rychlost kolize a tím pádem též ke snížení kinetické energie.
- **AWB** - je způsob varování řidiče před potenciálně nebezpečnou situací a to brzdícím impulsem. Tyto impulzy mohou být až tři a společně sníží rychlost až o cca 5 km/h.
- **BDW** - slouží k odstraňování vody z brzdových destiček za jízdy na mokré vozovce v daných intervalech. Tento systém tak předchází zhoršení brzdného výkonu vlivem nutného odpaření vody na brzdách.
- **EBP** - systém, který automaticky natlakuje brzdový systém v potenciálně nebezpečných situacích. Celý systém tak vymezí provozní vůle a následně rychlé reakci brzdového systému.
- **ECC** - jde o rozšíření funkcí pro tempomat v podobě automatického přibrzdění při zaznamenaném klesání.
- **HBA** - slouží ke zvýšení tlaku při nedostatečně velkém ale rychlém sešlápnutí brzdového pedálu v případě nouzové situace, což vede ke snížení brzdné dráhy. Na rozdíl od systému BAS, který pracuje podobně systém HBA, využívá hydraulické čerpadlo ke zvýšení brzdného účinku.
- **HDC** - funkce pro bezpečné sjíždění svahů
- **HFC** - slouží ke zvýšení brzdného tlaku při tzv. vadnutí brzdného účinku (např. vlivem dlouhého brzdění při jízdě z kopce).
- **HHC-S** - systém využívající snímač podélného zrychlení pro určení sklonu a následně využití automatického uvolnění brzd při rozjezdu do kopce bez couvnutí. Tento systém při rozjezdu automaticky na 2 sekundy podrží brzdný tlak, který udrží vozidlo zabrzděné.
- **TPM-C** - funkce kontroly tlaku v pneumatikách vyhodnocováním závislosti na otáčkách a signálů ze snímačů ESP.
- **TSM** - funkce stabilizace jízdní soupravy. Snížení dosáhne zmenšením tažného momentu motoru.

Pro správnou funkčnost celého systému ESP jsou zapotřebí různé snímače, které mají za úkol zodpovídat otázky, které systém potřebuje znát. Mezi tyto otázky patří dvě základní: „**KAM ŘIDIČ VOZIDLO SMĚŘUJE?**“ a „**KAM VOZIDLO DOOPRAVDY JEDE?**“. První otázku zodpoví snímače natočení volantu spolu se snímačem tlaku brzdové kapaliny a snímačem polohy plynového pedálu. Na druhou otázku znají odpověď snímače podélného a příčného zrychlení dále snímače rotační rychlosti podle svislé osy vozu a snímače otáček všech kol.

Od roku 2011 je ESP, či ESC podle nařízení Evropské komise povinná výbava pro všechny nově homologovaná vozidla. [47], [48]

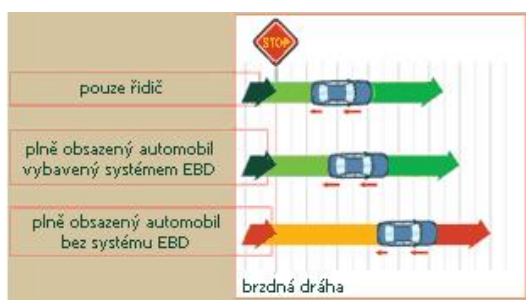


3.13 ELEKTRONICKÝ POSILOVAČ ŘÍZENÍ EPS

Jinak také elektronický posilovač řízení, který společně se zlepšením bezpečnosti, snižuje spotřebu paliva a optimalizaci zpětné vazby přímo řidiči. Ve spolupráci s jinými systémy udržuje stabilizaci vozu při brzdění a napomáhá řidiči s udržením směru jízdy vozidla na silnicích s různými koeficienty tření (zasněžené, či hliněné cesty). K již zmíněnému udržení vozidla na špatně sjízdných vozovkách dosahuje zmírněním přetáčivosti (resp. nedotáčivosti), čímž udržuje zvolenou cestu při průjezdu zatáčkami. [69]

3.14 SYSTÉMY ROZDĚLENÍ BRZDNÉHO ÚČINKU EBV A EBD

Oba elektronické systémy se starají o rozdělení brzdného účinku, avšak každý trochu jinak. Systém EBD se stará o rozdělení na každé kolo zvlášť, čímž zlepšuje jízdní vlastnosti během brzdění v zatáčkách. Naopak systém EBV má za úkol rozdělování brzdného účinku mezi přední a zadní nápravu automobilu. Tím se stará o maximální účinek brzd na zadní nápravě. [31], [32]



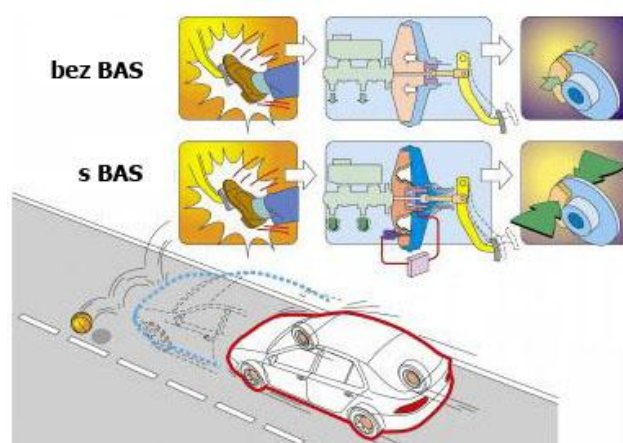
Obr. 20: Srovnání brzdných drah [32]

3.15 BRZDOVÝ ASISTENT BAS

Pohotovostní brzdový asistent monitorující intenzitu sešlápnutí plynu, díky čemuž dokáže zvýšit tlak v brzdové soustavě a tím zajistit větší účinnost brzd. To znamená, že systém BAS umožňuje dosáhnout větší brzdné síly při stejném tlaku vyvíjeného na brzdový pedál, čímž dokáže zkrátit brzdnou dráhu až o 20 %.

Bylo zjištěno, že během krizové situace každý řidič prudce sešlápně pedál brzdy, avšak intenzita brzdění tomu neodpovídá a v brzdném systému nedojde k vytvoření nejvyššího možného tlaku, což vede k prodloužení brzdné dráhy. A právě tento deficit má odstranit brzdový asistent BAS.

V současnosti rozlišujeme mezi třemi brzdovými asistenty, kteří mají v podstatě stejnou funkci. Liší se pouze ve způsobu snímání potřebných signálů. Tito asistenti jsou elektroničtí, hydrauličtí, anebo mechaničtí. [49], [50]

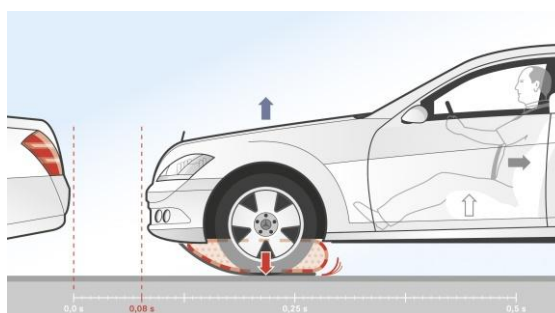


Obr. 21: Vyvinutý tlak brzdovým systémem [50]

3.16 VAK BRAKING BAG

Prvek navržený k tomu, aby přispěl ke snížení brzdné dráhy a zároveň zlepšil stabilizaci automobilu. Jedná se o nafukovací vak z odolného povrchu a s vysokým třecím součinitelem, čímž svůj úkol účelně plní. Bylo vypočítáno, že při rychlosti 50 km/h je výsledný efekt s tímto prvkem obdobný, jako kdyby mělo vozidlo o 0,18 m delší deformační zónu.

Pokud senzory prvku Braking Bag v předí vozidla vyhodnotí nebezpečnou situaci, nafoukne se vak pod přední nápravou, který díky tření mezi ním a vozovkou, zkrátí brzdovou dráhu. Zároveň zvýší stabilitu tím, že vyrovná přední část vozidla a zadní kola vrátí zpět z odlehčeného stavu hned po brzdění. Pokud dojde na nejhorší a nehodě nelze zabránit, pak má tento vak ještě jednu výhodu a tou je, že dokáže vstřebat část energie z nárazu. [33], [34]



Obr. 22: Braking Bag v akci [33]

3.17 AKTIVNÍ ŘÍZENÍ KOL 4CONTROL

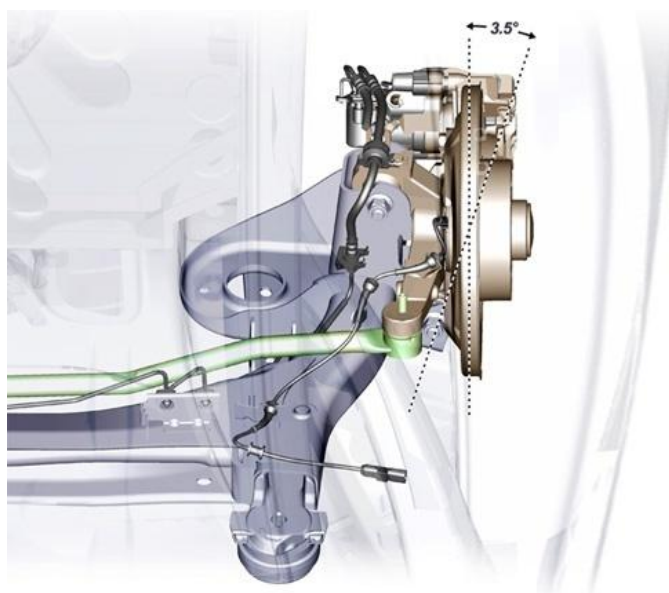
Označuje se systém aktivního řízení všech kol, který napomáhá bezpečnějším průjezdům zatáček za pomoci správného natočení kol. Jinak taky označován jako systém Active Drive. Tento systém pracuje s informacemi získanými z řídicí jednotky poskytnutými ze systému ESC a ABS. Na základě těchto informací systém 4Control řídí elektromotor umístěný na zadní nápravě, který umožňuje za pomoci jednoduchého mechanismu natočení kol na jednu nebo na druhou stranu. Toto natočení je v závislosti na rychlosti a jízdní situaci, podle nichž



se zadní kola otáčejí buď v nesouhlasném, nebo souhlasném směru vzhledem ke směru otáčení předních kol. [54]

Způsob natáčení zadních kol:

- Do 60 km/h je směr natočení zadní nápravy opačný, což usnadňuje ovládání a obratnost vozidla při nízkých rychlostech.
- Nad 60 km/h je směr natočení všech kol stejný, což zvyšuje stabilitu vozu a znatelně šetří pneumatiky.
- Úhly natočení zadních kol jsou za normálních podmínek menší než 2° , v kritických situacích mohou být zadní kola vychýlena až o $3,5^\circ$.



Obr. 23: Úhel vychýlení zadní nápravy [54]

3.18 ASISTENTI PRO ZDOLÁVÁNÍ SVAHŮ HDC A HSA

Oba tyto systémy slouží jako asistenti řidiči při zdolávání svahů a kopců a tím výrazně zjednodušují ovládání vozidla. [55], [56], [57]

- **Systém HDC** je systém pomáhající řidiči při sjíždění příkrých svahů tím, že udržuje stálou rychlost a díky tomu stabilizuje jízdu. Aktivací systému přebírá asistent kontrolu nad stabilizací a rychlostí vozu. Rychlost vozidla je zpomalena na 8 km/h, ale sešlápnutím plynů lze zrychlit až na 35 km/h a opětovně snížit. Využívá se u vozidel s pohonem 4×4, či jiných větších automobilů.
- **HSA** je označení pro systém asistující při rozjezdu do kopce. Tento systém dokáže udržet tlak v brzdovém okruhu po dobu 2,5 sekund po uvolnění brzdového pedálu a tím vlastně zabraňuje samovolnému couvání vozidla při rozjíždění. Různí automobiloví výrobci vybavují svoje vozidla s obdobně fungujícími systémy, pouze s jinými názvy. Například Škoda auto má systém HHC (Hill hold Control), nebo již dříve zmíněný HHC-S a Ford využívá systém HLA (Hill Launch Assist).



Obr. 24: Sjíždění kopce za asistence HDC [55]

3.19 KAMEROVÝ SYSTÉM OPEL EYE

Tento systém zavedla na trh automobilka Opel. Od toho vznikl také název. Je to systém postavený na širokoúhlé kameře s vysokým rozlišením, která je umístěna v prostoru mezi předním (čelním) sklem a zpětným zrcátkem. Systém také dokáže dopředu varovat řidiče o automobilu v mrtvém úhlu zpětných zrcátek obdobně jako systém BLIS. Výše zmíněná kamera má dvě základní funkce. [60]

- **Traffic Sign Recognition** - automatické rozpoznávání značek hlavně těch, které omezují rychlost, či zakazují předjíždění. Následně jsou informace zobrazovány řidiči na přístrojovém panelu. Systém rozpoznávání značek je závislý na venkovní viditelnosti. Při dobré viditelnosti systém začíná rozpoznávat již od 100 metrů. Pokud je za sebou umístěných několik značek, pak systém dá přednost důležitější z nich
- **Lane Departure Warning** - systém varující řidiče před vybočením, či vyjetím z jízdního pruhu. Zabraňuje tak vzniku nebezpečných situací, jako je třeba usnutí řidiče za volantem. Systém reaguje na vybočení zvukovým znamením a blikáním na přístrojovém panelu. Tato funkce je aktivní od 50 km/h.



Obr. 25: Opel Eye a)rozpoznávání značek b)kontrola jízdy v pruzích [60]



3.20 PRE-SAFE 360°

Pre-Safe 360° patří mezi jedny z nejnovějších aktivních bezpečnostních prvků. Tento systém monitoruje okolí vozidla v rozmezí 360° a až do vzdálenosti 60 metrů od vozidla. V případě, kdy systém vyhodnotí srážku jako nevyhnutelnou aktivuje brzdy 600 ms před nárazem, čímž sníží celkovou setrvačnou sílu, která působí na posádku vozidla. Díky zabrzdění vozidla těsně před srážkou se také zamezí dalšímu nechtěnému pohybu vozidla, například na přechod, chodníky, ale i do protisměru. [61], [62]



Obr. 26: Mercedes-Benz ESF se systémem 360° [62]

3.21 RADAROVÝ SYSTÉM BLIS

Systém aktivně využívající dva radarové senzory umístěné na zadním nárazníku v rozích. Senzory detekují vozidla v takzvaném "mrtvém úhlu řidiče". V případě vjetí jiného vozidla do prostoru vedle našeho vozidla, se rozsvítí oranžová kontrolka, která se nachází ve zpětném zrcátku v zorném poli řidiče. Tím je maximalizováno upozornění řidiče ve vozidle. Zamezuje tak vzniku nehody při neuváženém předjíždění.

Systém sleduje všechny druhy vozidel a je aktivní od rychlosti 10 km/h. Může být deaktivován v menu palubního počítače, avšak jeho vypnutí je provázeno rozsvícením žlutého varovného systému na palubní desce vozidla. [35], [36]



Obr. 27: Upozornění systému BLIS [36]



3.22 KONTROLA DODRŽOVÁNÍ PRUHŮ LDW

Jde o systém varující řidiče před neúmyslným vybočením z jízdního pruhu. Právě vybočení vozidla z pruhu bez přestávky kontroluje dopředu natočená kamera vzhledem k vodorovnému značení na silnicích. Varování přichází přes volant a to vibracemi, takže si řidič ihned uvědomí co se děje a je schopen adekvátně zareagovat. Avšak systém dokáže rozpoznat chtěné a nechtěné vybočení a to při použití směrového ukazatele (blinkru) nebo dokonce při provozní situaci vozovky, kdy je nutné vybočit. Při těchto podmínkách je varování systémem potlačeno.

Systém je aktivní po překročení rychlostního limitu 65 km/h. Pokud je rychlost jízdy menší, například jízda v městském provozu, je systém vypnutý, aby neodváděl řidičovu pozornost od rušného městského provozu. [75]



Obr. 28: Varování při vybočení z jízdního pruhu [75]

3.23 ASISTENT DRŽENÍ JÍZDNÍHO PRUHU LKAS

LKAS je asistent, který podobně jako systém LDW využívá kameru, která je umístěna pod čelním sklem hned vedle vnitřního zpětného zrcátka. Jde o systém vyvinutý společností Honda, který má za úkol snížit rizika vzniku nehody z důvodu řidičovy nepozornosti. Kamera monitoruje pruhy na vozovce a v případě nechtěného vybočení systém upozorní řidiče v podobě varování na palubní desce a zvukové signalizace. Zároveň však asistuje řidiči při změně směru jízdy pomocí mírné síly, kterou systém dokáže vyvinout.

Systém je aktivní při rychlostním intervalu 72-180 km/h a v zatáčkách o poloměrech 300 metrů. Společnost Honda vydala upozornění, že systém v žádném případě nenahrazuje činnost řidiče, a že řidič nemusí držet volant, či dokonce, že se nemusí věnovat řízení. Jakmile řidič sundá ruce z volantu, systém řidiče upozorní a při opakovaném sundání se sám automaticky deaktivuje. Po opětovném položení rukou řidiče na volant se systém zase zapne. [76]

3.24 CREW PROTECT ASSISTANT

Elektronické systémy, které využívají funkční a ochranné systémy ke zvýšení bezpečnosti posádky v automobilu. Jedná se o takzvanou proaktivní ochranu, která má za úkol připravit řidiče a spolujezdce na hrozící nehodu tím, že se automaticky předepnou bezpečnostní pásy



na jejich místech. Aby mohl systém takto zareagovat musí nejdřív vyhodnotit nastalou situaci jako kritickou, například při velmi intenzivním brzdění, ztrátě přilnavosti kol a jejich následným prokluzem. Vzhledem k těmto situacím systém spolupracuje například se systémem ESC, kdy v závislosti na zásahu ESC dokáže přivřít okna ve dveřích, či na střeše a tím tak zamezí vniknutí cizího předmětu do vnitřních prostor vozidla. [84]

3.25 ALKOHOLOVÝ ZÁMEK

Tento pomocný systém je reakce konstruktérů a vývojářů na skutečnost, že za volantem umírá nejvíce lidí právě kvůli užití alkoholu a nemusí jít vždy nutně o osoby, které alkohol požili. Systém má zabránit lidem, kteří nejsou ve stavu, kdy mohou řídit, právě k přístupu k vozidlu. Z automobilu se od tohoto okamžiku stává neřízená zbraň namířená na všechny účastníky přilehlého dopravního provozu.

Celý systém funguje tak, že aby bylo možné automobil vůbec nastartovat, musí potenciální řidič fouknout do bezdrátového přístroje kvůli analýze dechu. Výsledky z analýzy jsou pak rádiovým signálem poslány elektronické řídicí jednotce vozidla. Pokud je limit alkoholu v krvi řidiče překročen, pak centrální jednotka přeruší přívod elektrického proudu a tím způsobí, že automobil nelze nastartovat.

Avšak i výrobce sám přiznává, že zámek lze obejít a to tak, že místo opilého řidiče do přístroje dýchne někdo, kdo nepožil alkohol. Každý z řidičů by se měl však takového podvodu vyvarovat, neboť zámek slouží k prevenci nehod způsobených právě sníženou schopností vnímání vlivem alkoholu. Díky velice pokročilým čidlům se však systém nedá oklamat externími zdroji vzduchu, jakou jsou například pumpy, či kompresory. [58], [59]

3.26 DETEKCE ÚNAVY ŘIDIČE

Představuje systém aktivně sledující bdělost řidiče. Sledování spočívá v analyzování chování řidiče při jízdě a úhlu řízení. Prvek je aktivní při rychlostech nad 65 km/h a první analýza, která má sloužit jako opěrný bod pro další měření je provedena 15 minut po nastartování vozu. Pokud je řidič unavený a kvůli chvilkové ztrátě koncentrace musí rychle změnit směr, neboli zkorigovat řízení, aby nevyjel z vozovky, pak podle četnosti a intenzity těchto korekcí a za pomoci dalších údajů, jako například rychlost jízdy, denní doba a dalších systém vypočítá index únavy. Jakmile řidič podle systému překročí stanovenou hodnotu, pak systém na palubní desce zobrazí varovný symbol a vyzve řidiče k přestávce.

Podle odhadů má na svědomí únava téměř 20 % všech vážných nehod v Evropě a za pomoci tohoto systému by se mělo zabránit okolo 1875 nehodám za rok. [72], [73]



Obr. 29: Upozornění unavenému řidiči [72]

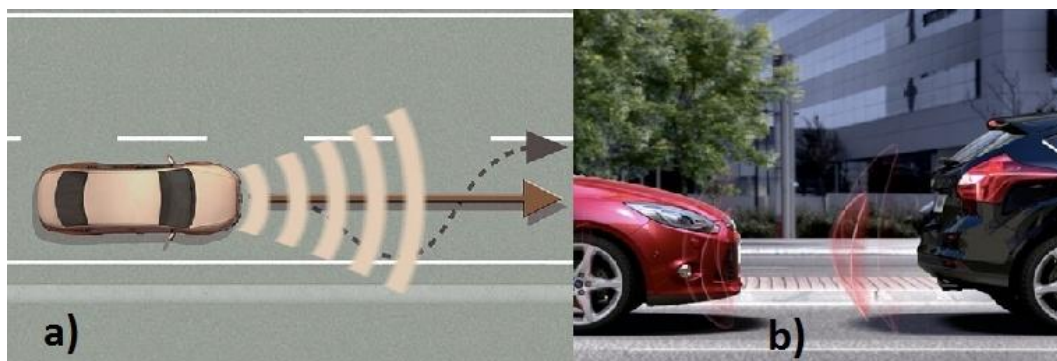
3.27 ASISTENTI JÍZDY V KOLONÁCH

Jedná se o systémy, které jsou velice nápomocné řidiči v hustém městském provozu a také v dopravních zácpách. V těchto situacích dochází k nehodám za nízkých rychlostí (méně než 30 km/h) z nepozornosti řidiče, kdy si řidič ani neuvědomí, že hrozí srážka a tudíž ani nesešlápně pedál brzdy. Patří sem systémy jako Active city stop, Front assistant, Front scan, City Safety, City Safe Drive a další. Všechny tyto systémy pracují téměř stejnými způsoby.

Jde o asistenční systémy které mají za úkol pomáhat řidiči za jízdy v pomalém provozu a tak předcházet možným nehodám, které mohou nastat náhlým brzděním vepředu jedoucím autem. Všechny systémy monitorují prostor před vozidlem do rychlosti 30 km/h, někdy až 50 km/h přitom využívají infračerveného laseru, který je umístěný u prostředního zpětného zrcátka a je namířený dopředu před vozidlo. Laser snímá a vyhodnocuje vzdálenost od potenciálně nebezpečného objektu až 100× za sekundu. Takže pokud systém vyhodnotí srážku jako nevyhnutelnou, pak jsou brzdy připraveny k brzdění v pohotovostním režimu. K brzdění může dojít díky řidiči nebo pokud řidič nezareaguje. Pak systém brzdí sám automaticky a navíc odpojí plynový pedál, tak aby řidič nemohl situaci zhoršit.

Celý systém informuje řidiče na multifunkčním displeji palubního počítače, kde může informovat i o možné poruše, která může nastat namrznutím či zasněžením senzoru. V menu na palubním počítači lze tento systém vypnout.

Průzkum provedený na území Evropy ukázal, že pokud by byly automobily vybaveny některým z asistentů jízdy v kolonách, pak by se ročně zachránilo více než 130 životů a výrazně by se snížil počet těžkých zranění, až o 2000. [63], [64], [65], [66]



Obr. 30: Systémy a) Front Scan [65] b) Active city stop [64]

3.28 OCHRANÝ SYSTÉM MYKEY

Systém, který nejvíce ocení starostliví rodiče, když půjčují své vozidlo vlastním dětem. Užitím toho systému lze aplikovat omezení, či nastavení některých funkcí automobilu tak aby se maximalizovalo zamezení prohřešků mladých a nezkušených řidičů, či řidiček. Takto lze omezit maximální rychlost, maximální hlasitost rádia, či chtěné anebo nechtěné vypnutí bezpečnostních systémů (např.: ESP). Systém je nastaven tak, že upozorňuje na prázdnou nádrž s předstihem nebo si důrazněji žádá o zapnutí bezpečnostních pásů.

Vlivem užívání systému MyKey by se mělo předejít v Evropě až 4000 nehod a počtu smrtelných nehod až o 150. Tyto nehody jsou vesměs způsobeny řidiči ve věku 18-24 z důvodu nepozornosti, nezodpovědného řízení, či kvůli nedostatečným zkušenostem. Celý systém tak podporuje zodpovědné řízení u nevyježděných generací. [67], [68]

3.29 PNEUMATIKY

Vzduchem plněné pružné součásti kol dopravních prostředků. Tvar pneumatiky připomíná toroid, který je nasazen na vnější obvod kola. Díky pneumatice je zajištěn přenos síly mezi koly a povrchem vozovky. Jsou také využívány jako primární odpružení vozidla.

Pneumatiky rozdělujeme na pneumatiky se vzdušnicí a bez vzdušnice. Pneumatiky se vzdušnicí mají uvnitř uloženou duši a bez vzdušnicové jsou namísto duše udržované pevnými, ale pružnými materiály právě ve tvaru toroidu. Nejpoužívanější materiál pro výrobu pneumatik je vulkanizovaná guma.

Pneumatiky se dále dělí podle období používání na zimní, letní a celoroční. Například zimní pneumatiky se nasazují při teplotě dlouhodobě nižší jak $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pokud ovšem teplota stoupne nad $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$, pak se zimní pneumatiky, kvůli svému složení, opotřebovávají a sjíždějí mnohem rychleji. Proto je vhodnější přezout na letní pneumatiky. Celoroční pneumatiky mají velikou výhodu v tom, že se nemusejí přezouvat, ale jízdními vlastnostmi jsou nevyhovující pro obě teplotní hranice.

Rozlišeny jsou také typy dezénů pneumatik, které mají různé vlastnosti na jízdu a to na symetrické, asymetrické a směrové. Minimální hloubka dezénu je u letních pneumatik předepsána na 1,6 mm a u zimních na 4 mm.



Pneumatiku **se symetrickým dezénem** lze umístit na libovolné kolo na vozidle. Není zde uveden směr otáčení.

Pneumatika **s asymetrickým dezénem** musí být správně umístěna vzhledem k vnějšímu a vnitřnímu směřování. Každé z těchto směřování má vlastní specializaci. Vnitřní strana má za úkol odvod vody a přenos brzdících sil na vozovku. Vnější pak má na starost vedení auta a stabilitu v zatáčkách. Tato směřování lze snadno poznat, neboť jsou anglicky označena *outside* a *inside*.

Pneumatika **se směrovým dezénem** musí být umístěna tak, aby na ní směry šipek odpovídali směru otáčení. Takto namontované pneumatiky mají dobré přílnavé vlastnosti. [80], [81]



Obr. 31: Dezén pneumatiky [80]

3.30 SYSTÉM PAX

PAX je dítko společnosti Michelin. Jde o systém navržený pro dojetí do bezpečí a neponičení ráfků vozidla poté co vyprchá tlak z pneumatiky, či je nějakou náhodou plášť pneumatiky proražen. Systém umožňuje řidiči ujet dalších 200 km, avšak již s omezenou rychlostí nepřesahující 80 km/h. Díky tomuto systému nemusí řidič vyměňovat kolo, či shánět odtahovou službu pro svůj vůz. Bohužel je tento systém dostupný pouze a především u luxusních automobilů. [74]



Obr. 32: Systém PAX na ráfku vozidla [74]



3.31 SYSTÉMY NOUZOVÉ SIGNALIZACE

Mezi systémy nouzové signalizace patří hlavně výstražný trojúhelník, který musí být při krizové situaci umístěn 100 m za vozidlem a v místech se zhoršenou viditelností 50 m od vozidla. V závislosti na této situaci se musí užívat i reflexní vesta, kterou okolní řidiči uvidí mnohem snadněji. Také se objevují trojúhelníky, či aspoň napodobeniny trojúhelníků, které se umisťují zevnitř na dveře kufru. Jestliže se jedná o napodobeninu, která má pouze informativní funkce, pak musí být k dispozici ještě jeden pravý trojúhelník, který lze přenášet z místa na místo. Výstražný trojúhelník spolu s vestou patří do povinného vybavení, které musí být k dispozici v každém autě.

Výstražný trojúhelník musí splňovat některá kritéria, která jsou důležitá pro jeho plnění funkce. Trojúhelník musí mít dobrou stabilitu, minimálně takovou aby nespádl při průjezdu těžkých kamionů. Jeho hmotnost by se měla pohybovat nad mezí 1 kg.

V dnešní době se též objevují elektronické systémy signalizace nouzového zastavení. Nejznámějším je systém ESS, který slouží k upozornění řidiče za vozidlem a tím odvrácení nárazu zezadu. Systém se aktivuje při prudkém brzdění, kdy začnou zadní výstražné reflektory blikat až po dobu zastavení. Po uvolnění brzdy se výstražné reflektory vypnou.

Dalšími systémy nouzového osvětlení jsou světla umístěná přímo na dveřích vozidla tak, aby osvětlovali prahy vozidla při jejich otevření. Pro odvrácení srážky s vozidlem při takto otevřených dveřích se využívají červené odrazky umístěné na dveřích směrem na vozidla vzadu. [85], [86]



4 BEZPEČNOSTNÍ PRVKY V HISTORII

Počátky bezpečnostních prvků nejsou zcela přesně stanoveny, avšak dá se předpokládat, že jsou pevně spojeny s počátky dopravního odvětví, což je konec 18. století. Například brzdy byly velice užitečné v dobách, kdy auta ještě neexistovala. Postupem času se doprava rozvíjela a bylo potřeba některých specifických prvků. Roku 1896 byly vyrobeny první automobily vybavené acetylenovými nebo olejovými hlavními světly. Avšak acetylenové lampy byly populárnější, neboť jejich plamen lépe odolával špatnému počasí. Nato roku 1898 byl představen první elektrický světlomet a to firmou Columbia Automobile Company. Tyto světla neměly příliš velký ohlas, protože acetylenové a olejové lampy byly považovány za lepší. Roku 1913 uvádí firma BOSCH na trh první úspěšný elektrický světlomet.

Počátky bezpečnostních prvků v automobilovém průmyslu sahají do 50. let 20. století převážně v USA, kde se vyráběla auta bez jakýchkoliv interiérových prvků ochraňujících pasažéry vozidla. Dokonce se v té době vyráběly vozy, které svojí konstrukcí následky havárie zhoršovaly. Materiály využívané na tyto vozy byly převážně kovy, sklo a dřevo.

Evropa však nezůstávala nijak pozadu. Konstruktor Béla Barényi je považován za otce pasivní bezpečnosti. Jako první začal uvažovat o deformačních zónách, které nakonec i prosadil do sériové výroby roku 1959. To avšak nebylo jediné co vytvořil. Díky němu se automobilka Mercedes-Benz začala zabývat výzkumem bezpečnosti vozidel.

Vůbec prvním průkopníkem zabývajícím se bezpečností vozidel byla automobilka Volvo. Roku 1959 představila první bezpečnostní prvek automobilu - tříbodový pás, který do vozidel přidávala jako standardní výbavu. Rok nato Volvo přišlo s nově čalouněnou přístrojovou deskou, která měla zmírňovat zranění posádky při čelní srážce.

V průběhu let, kdy se automobily vyvíjely byly stanoveny základní kritéria pro ochranu posádky vozidla, která platí dodnes. Jejich shrnutí zní:

- Ve vozidle musí být pro členy posádky dostatek místa pro přežití, i v případě převrácení a následné jízdě po střeše vozidla.
- Do prostoru posádky vozidla nesmí vniknout žádná část automobilu, například hřídel volantu.
- Dále v prostoru posádky nesmí být žádné části vozidla, které by v případě nehody mohli zhoršit následky. Jedná se o tvrdé hrany a ostré výstupky, které musí být z vozu odstraněny.
- Prostor posádky musí být z co největší části z materiálů, které tlumí nárazy a zároveň musí být tyto materiály nehořlavé nebo s omezenou hořlavostí.
- Dále prostor určený pro posádku musí být vyztužený, aby při nehodě nedocházelo k příliš velkým deformacím a po nehodě bylo možné alespoň jedny dveře otevřít bez pomocných nástrojů.
- Naopak dveře vozidla se nesmějí při nehodě otevřít, což znamená, že posádka nesmí vypadnout z vozidla.
- Přední a zadní část musí zpomalit a rozprostřít náraz po celé karosérii, aby nebyly překročeny kritické hodnoty nárazu pro posádku.
- Okna automobilu nesmí při vlastním rozbití způsobit posádce automobilu žádná rezná zranění.



- Při nehodě nesmí dojít k úniku paliva a k požáru vozidla.

Další prvek, který se objevil v sériové výrobě u vozidel roku 1972, byl airbag. Avšak v USA nešel příliš na odbyt. Za tři roky se prodalo cca 10 000 vozidel vybavených airbagem. Záležitosti s airbagem se znovu objevují roku 1980, kdy automobilka Mercedes-Benz přišla s novinkou používání airbagu v kombinaci s bezpečnostními pásy. Takto zkombinované prvky fungovali tak, že při nárazu se za pomoci senzoru předepjaly pásy a spustil se airbag. Od té doby už airbag není náhradou pásů, ale jejich nezbytným doplňkem.

První, tehdy ještě mechanický předchůdce systému ABS, byl původně vynalezen pro letadla, kvůli lepší ovladatelnosti při brzdění. První užití tohoto systému bylo v 60. letech 20. století u ručně postaveného závodního automobilu. To ale nevedlo k žádnému většímu využití v té době. Později, roku 1978, Mercedes-Benz přišel s inovovaným elektronickým ABS.

Roku 1986 Automobilka Volvo představila další inovativní prvek v oblasti bezpečnosti automobilového provozu a tím bylo třetí brzdné světlo. Bylo umístěno na zadním skle, čímž se dostalo do zorného úhlu řidiče jedoucím za vozidlem. U třetího brzdného světla bylo využíváno polovodičových LED diod, které se vyznačují krátkou reakční dobou. Díky tomu mohli řidiči reagovat téměř okamžitě. Toto světlo se v Evropě začalo objevovat na konci 90. let minulého století. V dnešní době se LED diody používají pro všechna brzdná světla, kvůli jejich životnosti a již zmíněné reakční době.

V roce 1997 byla založena společnost (konsorcium) Euro NCAP, která provádí nárazové testy automobilů tzv. crash testy. Toto konsorcium testuje vozidla a těm po zkoušce přiřazuje hodnocení za bezpečnost v podobě hvězdiček. Původně vzniklo ve Velké Británii, nyní je podporováno spotřebitelskými organizacemi všech zemí EU a mnoho dalšími zeměmi.

Obrovský vzestup zaznamenaly elektronické systémy v posledních třiceti letech. A to ve všech odvětvích, kde je potřeba elektronika. Počátkem elektronického systému ABS se v automobilovém průmyslu začala elektronika uplatňovat v mnohem širším měřítku. Řídící jednotka má na starost moment vstřikování, zdvih ventilů, dávku paliva, zkrátka úplně všechno. Velký význam mají elektronické systémy také z hlediska bezpečnosti. Systémy Opel Eye, systémy nouzové signalizace, HDC, 4Control, ABS, ASR, BAS, ESC, ACC, BLIS, EBV, EBD a další vznikly v posledních třiceti letech. Takových systémů je v dnešní době stále víc a nefungují už pouze samostatně, ale v kombinaci s jinými systémy. Do budoucna se předpokládá, že vznikne kombinace všech systémů v jednom automobilu a ty potom budou fungovat jako jediný celek. [3], [87], [88]



Obr. 33: Experimentální vozidla ESF [88]



ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provést rešeršní studii bezpečnostních prvků v moderních osobních automobilech a následně zhodnotit kriticky užitečnost zmíněných prvků. V první kapitole rozlišuji bezpečnostní prvky v osobních automobilech na pasivní, které jsou nezbytné při nehodě a aktivní, které mají zase za úkol nehodám předcházet. Takto rozdělené bezpečnostní prvky v dalších kapitolách vypisuji a popisuji jejich funkce. U některých mám zmíněné počty nehod, kterým se mohlo zabránit nebo kterým se podařilo zabránit. To samo o sobě by mělo vypovídat o funkčnosti a hlavně o přínosu prvku v dnešní uspěchané automobilové době.

Nejprve zhodnotím prvky z pasivní části bezpečnosti. Hodnocení samo o sobě nebude jednoduché, protože některé z pasivních prvků jako je například karoserie a její deformační zóny se nedají nijak hodnotit, neboť svůj přínos již dávno ukázaly a svůj účel plní. Za několik desítek let jejich vývoje jsou technologicky a konstrukčně velmi účinné. Obdobně bych mohl zhodnotit i bezpečnostní pásy, které nejlépe pracují ve spolupráci s airbagy. Tento fakt se podařilo zjistit až v průběhu vývoje automobilového průmyslu a k jeho objevení nebylo třeba jen pár prohnutých plechů. Společně tyto dva prvky opravdu zachraňují lidské životy. Další kombinací airbagu a pásu vznikl unikátní kousek Belt Bag, který podle mě není vyloženě nutný, ale určitě prospěšný pro svou schopnost rozložit působící sílu bezpečnostního pásu a nepohmoždit tak hrudník cestujícího víc, než je nutné. Aktivní opěrka je také užitečný prvek, který dokáže zabránit pohmoždění krku, i když není zcela nezbytný pro záchranu členů posádky. Systém PPDB je prvek, který má v dnešní době rozhodně budoucnost, neboť nepozorných chodců bude vždycky dost a i ty je třeba nějakým způsobem chránit. A chránit je třeba i malé děti, které cestují spolu se svými blízkými. K tomu slouží dětské sedačky, ale ty by samy o sobě mohly v automobilech nadělat více škody než užitku. Proto byl vymyšlen systém ukotvení ISOFIX, který nedovolí, aby v případě nehody byla sedačka i s dítětem vymrštnuta do prostoru vozidla nebo v horším případě i mimo něj. Velice se mi líbily prvky Pre-Safe Structure a Pulse, které zlepšují již zažitá a vyzkoušená ochranná částí vozidla jako jsou sedačky a dveře. Tyto prvky jsou stále ve fázi testování nebo jsou již obsáhlé v automobilech vyšších tříd. Což si myslím, že je škoda, protože taková auta už jsou ze své podstaty mnohem více bezpečná. A pak je tu prvek Sun Safe Glass, který zpříjemňuje řízení a zároveň nedovoluje, aby byl řidič ohrožen rozbitím skel nebo vniknutím cizího tělesa do prostoru vozidla, což je podle mě velkým přínosem.

Aktivní bezpečnost je sama o sobě obsáhlá kapitola, která by se mohla zdát dokonce i důležitější než pasivní, avšak není tomu tak. Bezpečnost je vždy a pokaždé o bezpečnosti lidí a to jak ve vozidle, tak i mimo něj. Začnu se světlomety, které jsou snad nejstarším možným prvkem v dopravě a v dnešní době se vymýšlí čím dál sofistikovanější systémy osvětlení, jako jsou například systémy Corner, AFL a funkce Spotlight. Všechny tyto prvky jsou podle mě důležité, neboť pomáhají řidiči spatřit případnou překážku mnohem dříve a to dokonce i v zatáčkách, než by bylo možné s klasickými světlomety. Jmenovitě právě Spotlight je velmi užitečný prvek pro řidiče, kteří jsou zapomnětliví nebo nepozorní a nepřepínají dálková světla, čímž oslňují ostatní účastníky provozu. Jedny z nejdůležitějších prvků jsou brzdy, které nám umožňují bezpečně vozidlo zastavit nebo se vyhnout nebezpečí. Multikolizní brzda je pak „vychytávka“, která dokáže zabránit mnohem větším škodám na životech, o majetku nemluvě. Systém ABC, neboli aktivní zavěšení kol, svůj přínos prokázalo zlepšením ovladatelnosti vozu tím, že snížil pohyb karoserie při jízdě. Podobně přispěl i systém ABS, který přinesl možnost aktivního řízení vozidla během brzdění. Například takový systém adaptivního tempomatu ACC by byl skvělým prvkem, ale kvůli jeho mnohým omezením si nejsem jist, zda je připraven do každodenního provozu. Existují ovšem další důležité prvky.



Například prvky zabraňující protáčení poháněných kol jako jsou ASR, EDS, které tak zabraňují ztrátě kontroly nad vozidlem. Takový systém ESC v dnešní době kombinuje systém ESP s několika dalšími prvky a funkcemi, které tak umožňují řidiči využít vlastnosti vozidla až na samotnou mez fyzikálních zákonů, což je samo o sobě velmi účelné a dá se říct už i nezbytné. Dále systém ESP - elektronický posilovač řízení je velice nápomocný při udržování vozidla na vozovce, pokud je vozovka z horšího materiálu nebo je například zasněžená. Brzdový účinek je vložen do "rukou" systémům EBV a EBD, které dokážou snížit brzdovou dráhu a zabránit tak možným zraněním. Avšak tyto dva prvky jsou velmi účinné spolu s asistentem intenzity sešlápnutí brzdového pedálu, který zajišťuje maximální účinek brzd i při malé intenzitě sešlápnutí. K brzdění přispívá i nový prvek zvaný Braking Bag, jak svým třením, tak i možností vstřebet do sebe část energie nárazu. Zato systém aktivního řízení mi nepřipadá jako nejnutnější prvek, spíše jako pomocný, svoje výhody ovšem má. Asistenti ke zdolávání svahů a kopců jsou podle mě velmi užiteční. Například takový systém HSA je výhodný pro řidiče, kteří se neradi rozjíždějí přes ruční brzdou, avšak oba prvky nejsou nutné k samotné ochraně cestujících. Nedílnou součástí jsou v dnešní době systémy, které jsou založeny na kamerách s vysokým rozlišením. Například systémy na kontrolu vyjetí z jízdního pruhu, které jsou v poslední době dost rozšířené a přínosné. Hlavně pro řidiče, kteří jsou unavení nebo nedávají pozor na cestu. Jedná se o systémy LDW a LKAS, které dokonce pomohou řidiči s navrácením do jízdního pruhu. Podobnou funkci má i systém Opel Eye avšak ten je ještě vybaven další funkcí a to rozpoznávání značek a ukazování je řidiči. I když si myslím, že je to velmi užitečné, zároveň se nemůžu zbavit pocitu, že značky by měl řidič sledovat sám. Avšak kamery nejsou jediné přístroje využívané v automobilovém průmyslu. Některé z moderních prvků využívají radarové senzory, například Pre-Safe 360°, který dokáže snížit setrvačnou sílu a tím velmi napomáhá ke snížení razance srážky. Dalším takovým systémem je BLIS monitorující "mrtvý úhel vozidla", což z vlastní zkušenosti má velký přínos k odvrácení nehody. Naopak pokud k nehodě dojde, existují i velmi užitečné systémy proaktivní ochrany, které předepnou pásy tak, aby byli cestující připraveni na náraz co nejlépe. Trochu zbytečný mi přišel alkoholový zámek či detekce únavy řidiče. Nejde o jejich funkce, ale o to, že se dají vypnout a v tom případě úplně pozbývají účelu. Dalším takovým zbytečným prvkem podle mě je systém MyKey, který možná využiji, až budu rodič, ale v tuto chvíli bych byl otrávený, kdyby byl použit na mě. Každý novopečený řidič si musí sám uvědomit, že porušování pravidel v dopravě nemusí vždy vyjít a může za to zaplatit cenu nejvyšší. Dále pneumatiky samy o sobě jsou prvkem, který je už vnímám jako samozřejmost. Poskytují odpružení a spojení vozidla s vozovkou. Pokud pneumatiky nějakým způsobem selžou, byl vymyšlen velice chytrý systém PAX, který šetří čas a peníze, ovšem k ochraně cestujících nijak nepřispívá. A nakonec zmíněný systém nouzové signalizace, který je podle mě nezbytný. Pokud se vám auto porouchá, pak je nutné, aby se ostatní účastníci provozu dozvěděli, že se v okolí vyskytuje nepojízdné vozidlo a mohli podle toho uzpůsobit styl řízení.

V průběhu práce jsem ovšem narazil i na prvky, či systémy, které mi přišly naprosto zbytečné. Spíš jako by byly navrhnuty od líných lidí pro líné lidi. Mezi tyto prvky například patří automatická ruční brzda, která se automaticky spustí u každého zastavení a dále parkovací asistenti, kteří celou práci při parkování odvedou za vás. Přesto věřím, že každý prvek přichází s něčím novým a že se úplně neztratí. To se jistě projeví v budoucnosti u nejnovejších modelů automobilů.

Vzhledem k tomu, že bezpečnosti v osobních automobilech se musí přikládat stále větší pozornost z důvodu několikanásobného zvýšení počtu vozidel v dopravě a velkého zvýšení



rychlosti automobilů než tomu bylo dříve, vyvíjejí se stále důmyslnější prvky, systémy a funkce, které mají zvýšit šance na přežití posádky při nehodě. Právě kvůli bezpečnosti pasažérů ve vozidle vzniklo výše zmíněné konsorcium Euro NCAP, které zajišťuje, aby se na trh nedostal žádný nový typ automobilu nespĺňující některou z podmínek bezpečnosti.

Tato bakalářská práce mě velice bavila, neboť jsem technický typ a možnost zjistit nějaké informace o systémech, přístrojích a konstrukčních řešeních používaných ve vozidlech dnešní doby jsem si nemohl nechat ujít. Byl jsem velice překvapen, kolik bezpečnostních prvků a systémů již dnešní vozidla obsahují. O to více mě také zajímalo, jak fungují. Po celou dobu vytváření této práce jsem doufal, že existuje naprosto bezpečné vozidlo. V tomto jsem se sice zklamal, ale zjistil jsem, že k vyvinutí tohoto vozidla už nemají konstruktéři daleko. V dnešní době již existuje mnoho bezpečných automobilů. Přesto stále dochází k závažným a smrtelným nehodám na silnicích po celém světě, protože i sebebezpečnější auto nemůže zabránit selhání lidského faktoru.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] FRANC, Š. *Vliv prvků aktivní bezpečnosti vozidel na prevenci dopravních nehod*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2013. 124 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Panáček.
- [2] KŘEPELKA, J. *Aktivní bezpečnost motorových vozidel*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 46 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Hejtmánek.
- [3] MÁČALA, S. *Historický vývoj a moderní trendy bezpečnostních prvků osobních automobilů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 46 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marián Laurinec.
- [4] MRÁZEK, J. *Vliv prvku pasivní bezpečnosti vozidel při kolizích s chodci*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2011. 74 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Stanislav Tokař.
- [5] VOSTREJŽ, J. *Vliv moderních prvků pasivní bezpečnosti na ochranu posádky vozidla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012. 95 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Bc. Marek Semela, Ph. D.
- [6] ZÍTKA, M. *Prvky bezpečnosti motorových vozidel*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Ústav techniky a automobilové dopravy, 2010. 37s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vlastimil Chrást, CSc.
- [7] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-02-11]. Moderní technologie vozidel. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel>>.
- [8] www.bezpecneesty.cz [online]. 2013 [cit. 2015-02-05]. Pasivní bezpečnostní prvky. Dostupné z WWW: <<http://www.bezpecneesty.cz/cz/temata/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti>>.
- [9] www.autoliv.com [online]. [cit. 2015-02-05]. Passive safety. Dostupné z WWW: <<http://www.autoliv.com/ProductsAndInnovations/PassiveSafetySystems/Pages/default.aspx>>.
- [10] www.brainonboard.ca [online]. [cit. 2015-02-06]. Passive safety features. Dostupné z WWW: <http://brainonboard.ca/safety_features/passive_safety_features.php>.
- [11] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-10]. Pasivní bezpečnost. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/pasivni-bezpecnost/>>.
- [12] www.brainonboard.ca [online]. 2011 [cit. 2015-02-06]. Active safety features. Dostupné z WWW: <http://brainonboard.ca/safety_features/active_safety_features.php>.
- [13] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-10]. Aktivní bezpečnost. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/aktivni-bezpecnost/>>.



- [14] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-02-11]. Karoserie. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/pasivni-bezpecnost-prvky-pasivni-bezpecnosti/karoserie>>.
- [15] www.auto.cz [online]. 2015 [cit. 2015-04-28]. Deformační zóny karoserie. Dostupné z WWW: <<http://www.auto.cz/audi-a4-vse-vpredu-nove-1684>>.
- [16] www.ec.europa.eu [online]. 2013 [cit. 2015-03-29]. Bezpečnostní pásy. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/pasivni-bezpecnost-prvky-pasivni-bezpecnosti/bezpecnostni-pasy>>.
- [17] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-29]. Bezpečnostní pásy. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/pasivni-bezpecnost-prvky-pasivni-bezpecnosti/bezpecnostni-pasy>>.
- [18] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-15]. Airbag. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/airbag/>>.
- [19] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-02-15]. Airbag. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/pasivni-bezpecnost-prvky-pasivni-bezpecnosti/airbag>>.
- [20] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-16]. Interseat protection. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/interseat-protection/>>.
- [21] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-16]. Size adaptive airbag. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/size-adaptive-airbag/>>.
- [22] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-16]. Belt bag. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/belt-bag/>>.
- [23] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-21]. PPDB. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/ppdb-pyrotechnic-pedestrian-deployable-bonnet/>>.
- [24] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-20]. Aktivní opěrka hlavy. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/aktivni-opěrka-hlavy/>>.
- [25] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-02-20]. Dětské autosedačky, Systém ISOFIX. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/pasivni-bezpecnost-prvky-pasivni-bezpecnosti/detske-autosedacky>>.
- [26] www.maxi-cosi.com [online]. 2014 [cit. 2015-02-21]. ISOFIX. Dostupné z WWW: <<http://www.maxi-cosi.com/car-seats/choosing-a-child-car-seat/isofix-versus-car-seat-belts.aspx>>.
- [27] www.vutbr.cz [online]. [cit. 2015-02-024]. Pohon vozidla. Dostupné z WWW: <<http://www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/02-pohony-p70450>>.
- [28] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-25]. Pre-Safe Structure. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/pre-safe-structure/>>.



- [29] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-25]. Pre-Safe Pulse. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/pre-safe-pulse/>>.
- [30] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-25]. Sun-Safe Glass. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/sun-safe-glass/>>.
- [31] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-27]. EBV. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/ebv-elektronische-bremskraftverteilung/>>.
- [32] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-27]. EBD. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/ebd-electronic-brakeforce-distribution/>>.
- [33] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-02-27]. Braking bag. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/braking-bag/>>.
- [34] www.daimler.com [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Braking bag. Dostupné z WWW: <<http://www.daimler.com/dccom/0-5-1214698-1-1214736-1-0-0-1214699-0-0-135-7165-0-0-0-0-0-0.html>>.
- [35] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-01]. BLIS. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/kontrola-mrtveho-uhlu-blis-hlidac-mrtveho-uhlu>>.
- [36] www.cs.autolexicon.net [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. BLIS. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/blis-blind-spot-information-system/>>.
- [37] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Corner. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/svetlomety-s-funkci-corner/>>.
- [38] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. Adaptivní světlomety. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/adaptivni-svetlomety>>.
- [39] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Adaptivní světlomety, AFL. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/audi-adaptive-light/>>.
- [40] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. Automatické rozsvěcení a přepínání dálkových světel. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/automaticky-prepinac-svetel>>.
- [41] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Spotlight function. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/spotlight-function/>>.
- [42] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. Adaptivní tempomat ACC. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/adaptivni-tempomat-acc-adaptivni-tempomat>>.
- [43] www.skoda-auto.cz [online]. 2015 [cit. 2015-03-02]. Adaptivní tempomat ACC. Dostupné z WWW: <<http://www.skoda-auto.cz/models/nova-octavia/asistencni-systemy>>.



- [44] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. ACC. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/acc-adaptive-cruise-control/>>.
- [45] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. ABS. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/abs-anti-lock-braking-system/>>.
- [46] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. Antiblokovací systém brzd . Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/antiblokovaci-system-brzd-abs-antiblokovaci-system-brzd>>.
- [47] www.cs.autolexicon.net [online]. 2013 [cit. 2015-03-02]. ESC. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/esc-electronic-stability-control/>>.
- [48] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. Elektronický stabilizační systém. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/elektronicky-stabilizacni-system>>.
- [49] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. Brzdový asistent. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/brzdovy-asistent>>.
- [50] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. BAS. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/bas-brake-assistant-system/>>.
- [51] www.cs.autolexicon.net [online]. 2014 [cit. 2015-03-02]. ASR. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/asr-antriebsschlupfregelung/>>.
- [52] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. Regulace prokluzu pohonu. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/asr-regulace-prokluzu-pohonu>>.
- [53] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. EDS. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/eds-elektronische-differenzialsperre/>>.
- [54] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Active drive. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/active-drive/>>.
- [55] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. HDC. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/hdc-hill-descent-control/>>.
- [56] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. HSA. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/hsa-hill-start-assist/>>.
- [57] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. HSA. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/hsa-asistent-pro-rozjezd-do-svahu>>.



- [58] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. Alkoholový zámeček. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/alkoholovy-zamek>>.
- [59] www.idnes.cz [online]. 2012 [cit. 2015-04-20]. Alkoholový zámeček. Dostupné z WWW: <http://zpravy.idnes.cz/alkoholovy-zamek-pro-opile-ridice-dri-domaci.aspx?c=A120926_184212_domaci_maq>.
- [60] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Opel Eye. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/opel-eye/>>.
- [61] www.daimler.com [online]. 2015 [cit. 2015-03-01]. Pre-Safe 360°. Dostupné z WWW: <<http://www.daimler.com/dccom/0-5-1214698-1-1214737-1-0-0-1214699-0-0-135-7165-0-0-0-0-0-0-0.html>>.
- [62] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Pre-Safe 360°. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/pre-safe-360/>>.
- [63] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-04-20]. Asistent jízdy v kolonách. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/asistent-jizdy-v-kolonach>>.
- [64] www.cs.autolexicon.net [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. ACS. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/acs-active-city-stop/>>.
- [65] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Front Scan. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/front-scan/>>.
- [66] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-04-20]. City Safety, Front assistant. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/asistent-jizdy-v-kolonach>>.
- [67] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. MyKey. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/mykey/>>.
- [68] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-04-20]. MyKey. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/bezpecnostni-funkce-mykey>>.
- [69] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-04-20]. Elektrický posilovač řízení. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/elektricky-posilovac-rizeni-eps-elektricky-posilovac-rizeni>>.
- [70] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-04-20]. Multikolizní brzda. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/multikolizni-brzda>>.
- [71] www.cs.autolexicon.net [online]. 2013 [cit. 2015-03-02]. Multikolizní brzda. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/multikolizni-brzda/>>.



- [72] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-04-20]. Systém sledování bdělosti řidiče. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/system-sledovani-bdelosti-ridice>>.
- [73] www.novinky.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. Systém detekce únavy řidiče. Dostupné z WWW: <<http://www.novinky.cz/auto/262515-zbytecnost-nebo-uzitecna-funkce-system-detekce-unavy-vyvolava-rozpory.html>>.
- [74] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Systém PAX. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/system-pax/>>.
- [75] www.cs.autolexicon.net [online]. 2012 [cit. 2015-03-02]. LDW. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/ldw-lane-departure-warning/>>.
- [76] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. LKAS. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/lkas-lane-keeping-assist-system/>>.
- [77] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Active body control. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/abc-active-body-control/>>.
- [78] www.cs.wikipedia.org [online]. 2013 [cit. 2015-03-26] Světlomet. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Btlometry_silni%C4%8Dn%C3%ADch_vozidel>.
- [79] www.cs.autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 2015-03-02]. Světlomet automobilu. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/svetlomet-automobilu/>>.
- [80] www.cs.wikipedia.org [online]. 2015 [cit. 2015-03-26] Pneumatika. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pneumatika>>.
- [81] www.pneuletizimni.cz [online]. 2015 [cit. 2015-03-27] Dezén pneumatiky. Dostupné z WWW: <<http://www.pneuletizimni.cz/pneu-dezen>>.
- [82] www.cs.wikipedia.org [online]. 2015 [cit. 2015-03-26] Brzda. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Brzda>>.
- [83] www.automonti.cz [online]. [cit. 2015-03-26] Brzdový systém. Dostupné z WWW: <<http://www.automonti.cz/pdf/brzdy-brzdovy-system.pdf>>.
- [84] www.ibesip.cz [online]. 2012 [cit. 2015-03-28]. Aktivní ochrana cestujících. Dostupné z WWW: <<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/aktivni-ochrana-cestujicich>>.
- [85] www.cs.wikipedia.org [online]. 2013 [cit. 2015-03-26] Výstražný trojúhelník. Dostupné z WWW: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Povinn%C3%A1_v%C3%BDbava_automobilu>.
- [86] www.kodecar-hk.mitsubischi.cz [online]. 2010 [cit. 30.4.2015] Systém signalizace nouzového brzdění ESS. Dostupné z WWW: <<http://www.kodecar-hk.mitsubishi.cz/modely/lancer/lancer-sportback-technologie.xhtml>>.



- [87] www.euroncap.com [online]. 2015 [2015-04-30]. History. Dostupné z WWW: <<http://www.euroncap.com/history.aspx>>.
- [88] www.cs.autolexicon.net [online]. 2015 [cit. 2015-03-02]. ESF. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/esf-experimental-sicherheits-fahrzeug/>>.



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Celý název	Český překlad
ABA	Adaptive Brake Assist	Adaptivní brzdový asistent
ABC	Active Body Control	Aktivní zavěšení kol
ABS	Anti-lock Braking System	Protiblokovací brzdňý systém
ACC	Adaptive Cruise Control	Adaptivní tempomat
ACEA	European Automobile Manufacturers Association	Asociace evropských automobilových výrobců
ACS	Active City Stop	Aktivní zastavení ve městě
AEB	Automatic Emergency Brake	Nouzová automatická brzda
AFL	Adaptive Forward Lighting	Adaptivní dopředné svícení
ASR	Antriebsschlupfregelung	Protiprokluzový systém
AWB	Automatic Warning Brake	Automatická varovná brzda
BAS	Brake Assistant System	Brzdový asistent
BDW	Brake Disc Wiping	Sušič brzdňých disků
BLIS	Blind Spot Information System	Systém sledování mrtvého úhlu
EBD	Electronic Brakeforce Distribution	Systém el. rozdělení brzdňých sil
EBP	Electronic Brake Prefill	Elektronické připravení brzd
EBV		Elektronické rozdělení brzdňé síly
ECC	Extended Cruise Control	Prodloužené křížová kontrola
EDS		Elektronicky řízený diferenciál
EPS		Elektronický posilovač řízení
ESC	Electronic Stability Control	Elektronická kontrola stability
EURO NCAP	The European New Car Assessment Programme	Evropský program pro posuzování nových aut
HBB	Hydraulic Brake Boost	Zesílení hydraulické brzdy
HDC	Hill Descent Control	Kontrola sestupu kopce
HFC	Hydraulic Fading Compensation	Kompenzace hydraulického vadnutí
HHC-S	Hill Hold Control with Acceleration Sensor	Kontrola držení v kopci
HSA	Hill Start Assist	Asistent startu do kopce
LDW	Lane Departure Warning	Kontrola dodržování pruhu
LKAS	Lane Keeping Assist System	Asistenční systém držení pruhu
PPDB	Pyrotechnic Pedestrian Deployable Bonnet	Pyrotechnicky polohovatelná kapota



RMI	Roll Movement Intervention	Zásah točivého pohybu
TPM-C	Tire Pressure Monitoring - Circumference	Monitorování tlaku v kolech
TSM	Trailer Sway Mitigation	Zmírnění houpání přívěsu



SEZNAM PŘÍLOH

K práci je vloženo video tzv. crash test s názornou ukázkou zkoušek deformačních zón a celkové bezpečnosti v osobních automobilech. Ve videu jsou dvě proti sobě jedoucí auta. První z nich je Chevrolet Malibu z roku 2009 a proti jedoucí druhé auto Chevrolet Bel Air z roku 1959. Video ukazuje rozdíl mezi prvky v bezpečnosti osobních automobilů za posledních 50 let.

Toto video je vloženo do složky Příloha a to třemi různými způsoby.