

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta



Historický vývoj prvků aktivní bezpečnosti vozidel

bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. David Marčev, Ph.D.

Autor práce: Radim Padevět

PRAHA 2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Radim Padevěť

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Historický vývoj prvků aktivní bezpečnosti vozidel ovlivňující jízdní stabilitu

Název anglicky

Historical development of vehicles' active safety elements and their influence on a driving stability

Cíle práce

Cílem práce je literární rešerše historického vývoje prvků aktivní bezpečnosti vozidel ovlivňující jízdní stabilitu vozidel.

Metodika

1. Prostudovat základní literaturu v oblasti aktivní bezpečnosti vozidel.
2. Vývoj asistenčních elektronických systémů ovlivňující jízdní stabilitu vozidel.
3. Charakteristika vybraných elektronických systémů.
4. Porovnání vybraných elektronických systémů u předních výrobců automobilů.
5. Diskuze a závěr.

Doporučený rozsah práce

30 stran textu včetně tabulek a obrázků

Klíčová slova

aktivní bezpečnost, asistenční elektronický systém, ABS, ESP.

Doporučené zdroje informací

ABE M.: Vehicle Handling Dynamics, Theory and application. 2nd ed. Oxford, UK:

Butterworth-Heinemann, 2015. ISBN 978-0-0810-0390-9.

FIRST, J., et al.: Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry. Praha: S&T CZ, 2008. ISBN 978-80-254-1850-5.

KOVANDA, J.: Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků. Praha: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, 2016. ISBN 978-80-01-05893-0.

PETERS G. A., PETERS B. J.: Automotive vehicle safety. New York: Taylor & Francis, 2002. ISBN 0415263336.

SEIFFERT U., WECH L.: Automotive safety handbook. London, UK: Professional Engineering Pub., c2003. ISBN 076800912X.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. David Marčev, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 17. 1. 2017

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Historický vývoj prvků aktivní bezpečnosti vozidel vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne

Radim Padevět

Poděkování

Chtěl bych touto cestou poděkovat svému vedoucímu práce, panu Ing. Davidovi Marčevovi, Ph.D., za trpělivost a užitečné rady, které mi pomohly dovézt mou práci ke zdárnému konci.

Abstrakt: Předmětem této práce je zaměřit se na vývoj aktivní bezpečnosti automobilů v čase, jakým způsobem se zvyšovala bezpečnost vozidel. První část se věnuje bližšímu seznámení s pojmem bezpečnost na silnicích. Dále následuje výčet základních bezpečnostních systémů a jejich popis. U těchto systémů je soustředěna pozornost na historický vývoj a podobu v současnosti. Na závěr je popsáno směřování vývoje do budoucna.

Klíčová slova: Aktivní bezpečnost, ABS, ESP, ACC, BAS, airbag, eCall

Abstract: The aim of bachelor thesis is to focus on the development of active automotive safety in time. The first part gets acquainted with the concept of road safety. The following is an overview of standard security systems and their description. All this is mainly focused on the historical development and its form up to the present.

Keywords: Active safety, ABS, ESP, ACC, BAS, airbag, eCall

OBSAH

ÚVOD.....	1
1 JÍZDNÍ BEZPEČNOST MOTOROVÝCH VOZIDEL	2
1.1 NEHODOVOST	2
1.2 NEDOTÁČIVOST A PŘETÁČIVOST	4
1.2.1 Nedotáčivost	4
1.2.2 Přetáčivost	5
1.3 SÍLY PŮSOBÍCÍ NA VOZIDLO.....	6
1.4 STÁŘÍ AUTOMOBILŮ	7
1.5 DALŠÍ VLIVY NA BEZPEČNOST.....	7
2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ BEZPEČNOSTI	8
2.1 PASIVNÍ BEZPEČNOST	9
2.1.1 Příklady pasivních prvků	9
2.1.2 Historie pasivních prvků	9
2.1.3 Současnost	12
2.1.4 Důležité pasivní prvky	13
2.1.5 Homologační předpisy	15
2.2 AKTIVNÍ BEZPEČNOST	16
2.2.1 Podstata fungování.....	16
2.2.2 Požadavky.....	16
2.2.3 Rozdělení do kategorií	16
3 ANTIBLOKOVACÍ SYSTÉMY.....	17
3.1 ABS	17
3.1.1 Princip fungování.....	18
3.1.2 Historie	19
3.1.3 Rozdělení ABS	20
3.1.4 Trendy vývoje.....	21
4 STABILIZAČNÍ SYSTÉMY.....	22
4.1 ESP.....	22
4.1.1 Princip fungování.....	22
4.1.2 Historie	24
4.1.3 Rozdílné značení.....	25
4.1.4 Trendy vývoje.....	27
5 ASISTENTI ŘÍZENÍ	28
5.1 ACC.....	28
5.2 FRONT ASSIST	29
5.3 BRZDOVÝ ASISTENT BAS.....	29
5.4 MULTIKOLIZNÍ BRZDA.....	29
5.5 ASISTENT ROZJEZDU DO KOPCE HHC.....	30
5.6 HISTORIE.....	30
5.6.1 Trendy vývoje.....	30
ZÁVĚR	32
REFERENČNÍ SEZNAM	33
SEZNAM OBRÁZKŮ	37
SEZNAM ZKRATEK	38
PŘÍLOHY	39

ÚVOD

Bezpečnost je už po desetiletí základním předpokladem pro dobrý automobil. Zejména v dnešní době, kdy se provoz na silnicích neustále zhušťuje a vozidla jsou technicky schopna vyvinout vyšší rychlosti, je proto nemálo důležité se tímto tématem zabývat. Připomeňme si, že jde o tisíce lidských životů ročně (viz. příloha č. 7).

Současným trendem v automobilovém průmyslu je mimo jiné rozvoj aktivních prvků a snaha předejít ztrátám na životech a majetku. Také zákazníci k tomu přispívají svými zvyšujícími se požadavky na komfort, ovladatelnost a vybavenost vozu. Dalo by se dlouze polemizovat, kde je ta hranice mezi prvky ještě přispívajícími k bezpečnosti vozidla a co už je výdobytkem modernizace a komfortu. Je ale zřejmé, že vše směřuje ku prospěchu bezpečnosti na silnicích. Podle reálných čísel ze statistik je totiž polovina nehod způsobena nevhodnou jízdou nebo nepozorností řidiče.

V této práci budou nejprve zmíněny základní příčiny nehod a vlivy na nestabilitu a říditelnost vozu, bude rozebráno základní rozdělení bezpečnosti v automobilech a zmíněny jejich podstatné rysy. Hlavní pozornost bude orientována na historickou řešerši bezpečnostních aktivních prvků, dále pak budou vybrány a podrobněji popsány některé základní bezpečnostní systémy. Komfortní systémy budou v práci opomenuty, ačkoliv se svým způsobem také podílejí na bezpečnost jízd.

Závěrem práce bude diskutován možný rozvoj bezpečnosti v následujících letech, kterým směrem by se celý pokrok mohl vyvíjet a kde by se mohl najít prostor pro zlepšení.

1 JÍZDNÍ BEZPEČNOST MOTOROVÝCH VOZIDEL

Bezpečnost je jedním z nejdůležitějších vlastností automobilu a je ovlivněna více než jedním faktorem, do kterých se dá zařadit: člověk, dopravní prostředek, infrastruktura aj. Člověk je faktorem nejméně předvídatelným, tudíž i zároveň největší bezpečnostní slabinou silničního provozu. Výrobci vozů se tomuto riziku snaží zamezit tím, že část kontroly nad vozidlem svěří elektronickým systémům. Ty se případným kolizím snaží co nejvíce zabránit. Převážná část práce je orientována výhradně na „elektronického asistenta“ řidiče.

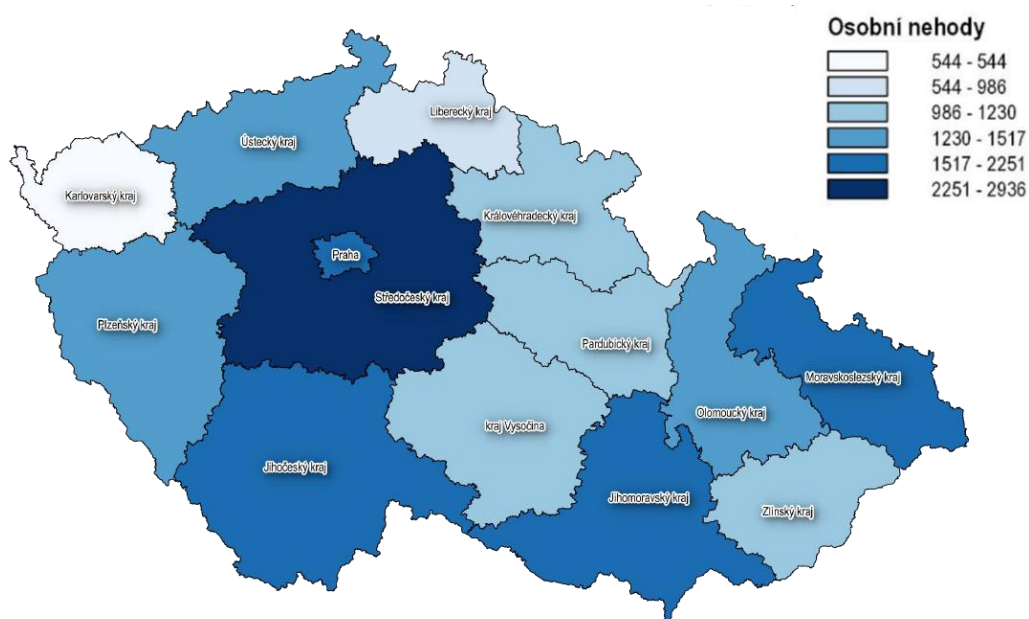
1.1 Nehodovost

Jak už bylo psáno výše, převážná většina nehod je způsobena řidičovým nesprávným počináním. Mezi nejčastější příčiny patří nepřizpůsobení rychlosti povětrnostním podmínkám nebo prostředí, nedodržování předepsané bezpečné vzdálenosti, chybně dané přednosti ostatním vozidlům a další. Řidičem neovlivnitelné příčiny nehod mají na nehodovost také svůj vliv, není však tak výrazný. Jedná se zejména o počasí a technický stav vozidla. Technická selhání se však ve statistikách nehodovosti vyskytují jen zřídka. [1]

Podle informací mezinárodního výzkumu nehod lze i přes drobné odlišnosti definovat několik základních poznatků jejich vzniku:

- Nejčastějšími nehodami se zraněním jsou srážky vozidel na křižovatkách a nárazy vozidel jedoucích za sebou. Potom následují nehody smykem nebo nechtěné opuštění jízdního pruhu.
- Při nehodách se ztrátou na životech je nejčastějším důvodem smyk, potom nehody na křižovatkách a srážky s chodci. [2]

Na obrázku č. 1 je mapa nehodovosti podle krajů v ČR za rok 2017. Riziko nehodovosti na českých silnicích je v příloze č. 1.



Obrázek 1: Statistika nehodovosti 2017 [3]

Právě tato rizika se snaží už řadu let výrobci automobilů co nejvíce eliminovat. Příkladem prevence je např. asistent nouzového brždění od firmy Bosch, vhodný do hustého provozu města. Proti opuštění jízdního pruhu zase napomáhá systém sledování jízdního pruhu, tzv. Lane Assistant, který je nejčastěji realizován akustickým, optickým či hmatovým signálem. Větší zásahy do řízení provádí asistent pro udržování v jízdním pruhu, který sám udržuje vozidlo ve správném pruhu natočením volantu nebo lehkým přibrzděním kol jedné strany vozidla. Dá-li řidič světelné znamení při změně směru, žádná z předchozích funkcí samozřejmě nezasáhne.

Další možností předcházení nehod je systém rozpoznávání únavy řidiče. Neustálým sledováním a vyhodnocováním natočení volantu a jiných ukazatelů lze rozpoznat charakteristické chování unaveného řidiče a jeho větší náchylnost k podlehnutí mikrosnánku. V takovém případě systém doporučí řidiči pauzu na odpočinek. Dalším asistentům bude věnována pozornost v 5. kapitole Asistenti řízení. [2]

Ze statistik Centra dopravního výzkumu došlo v ČR za rok 2016 k celkovému počtu 98 864 nehod, z toho bylo 611 mrtvých osob, 2530 vážně zraněných a 24486 lehce poraněných. Výpočet ekonomických ztrát se vyšplhal na škodu přes 6,9 miliard korun, což činí 1,45 % z HDP za tentýž rok. Další zveřejněné roky viz příloha č. 3. Zajímavé jsou propočty celospolečenských ztrát zveřejněné také Centrem dopravního výzkumu v tiskové zprávě z roku 2018:

- 1 usmrčená osoba 19 411 000 Kč,
- 1 těžce zraněná osoba 5 094 200 Kč,
- 1 lehce zraněná osoba 668 500 Kč,
- 1 nehoda pouze s hmotnou škodou 364 500 Kč.

Propočty zohledňují jak přímé (bezprostředně souvisí s dopravní nehodu), tak nepřímé (později vzniklé) výdaje za způsobené nehody. [4]

1.2 Nedotáčivost a přetáčivost

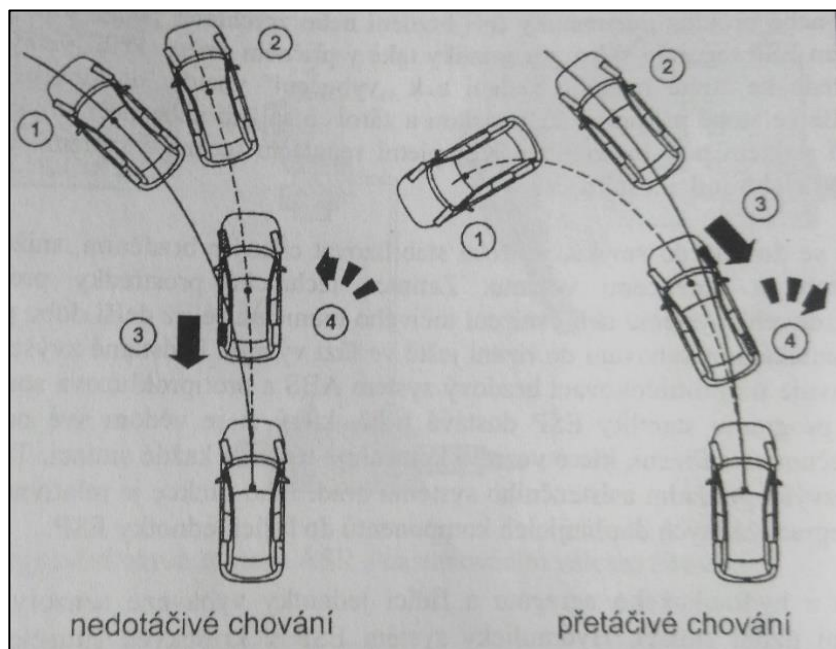
Vzhledem k tomu, že hlavní příčinou smrtelných zranění na silnicích jsou z velké části smyky, bude následující kapitola věnována jejich rozdělení, příčinám vzniku a stručnému popisu sil, působících na vozidlo při jízdě.

1.2.1 *Nedotáčivost*

Nedotáčivost (tj. smyk přední nápravy vozu) je děj, při kterém v důsledku vysoké rychlosti a horší přilnavosti pneumatik k vozovce dochází ke skluzu a ztrátě ovladatelnosti přední části vozu. Projevuje se při průjezdu zatáčkou neúměrně vysokou rychlostí, kdy vůz nesleduje zamýšlenou stopu a pokračuje v původním směru navzdory otáčení volantem. Příčinou snížené adheze je nejčastěji velké opotřebení pneumatik, vliv deště, sněhu, šterkový podklad aj. S tímto jevem se nejčastěji setkáváme u automobilů s náhonem na přední kola.

1.2.2 Přetáčivost

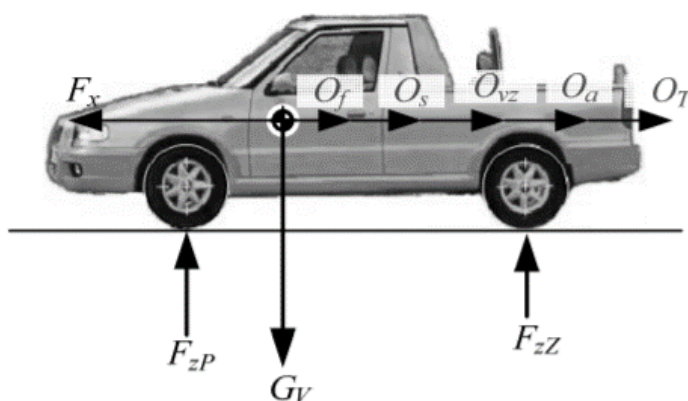
U přetáčivosti stejně jako u nedotáčivosti dochází ke ztrátě ovladatelnosti a ke smyku části vozu, v tomto případě jde o zadní nápravu kol. Přední kola stále sledují zamýšlený směr jízdy, zato zadní ztrácí kontakt s vozovkou a začnou se vychylovat z původního směru. Příčiny vzniku jsou obdobné jako u předchozího, základem je vždy nedostatek adhezních sil mezi vozovkou a pneumatikami. Automobily s náhonem na zadní kola jsou k tomuto jevu náchylnější, u „předokolek“ se s ním ale také setkáváme. Přetáčivost je všeobecně považována za tu lepší variantu smyku. Oba případy jsou znázorněny na obrázku č. 2.



Obrázek 2 - Nedotáčivost a přetáčivost automobilu [26]

1.3 Síly působící na vozidlo

Pro popis pohybu silničního vozidla a sil působících na něj je vhodné si zvolit souřadnicové osy jako na obrázku č. 3. V našem případě budeme posuzovat vozidlo dvounápravové, obecně tento princip lze ale použít i na jízdní soupravy. Síly působící na těleso ve směru jízdy se dělí do tří skupin. Síly tažné, jejichž směr je shodný se směrem vektoru rychlosti vozidla, vznikají v důsledku kroutícího momentu z hnacího ústrojí – motoru. Druhou skupinou jsou síly odporové (odpory). Ty působí opačně proti směru vektoru rychlosti a rovnají se součtu vnějších sil působících na vozidlo. Poslední jsou síly brzdné, směr je totožný s odpory a jejich působení je podmíněno pohybem vozidla, tzn. nemusí působit nutně vždy. [6]



Obrázek 3 - Působení sil na vozidlo (upraveno [5])

Rovnováhu sil lze zapsat v ose x následovně:

$$F = O_f + O_s + O_{vz} + O_a + O_t \text{ [N]}$$

F_x	[N]	hnací síla v podélném směru
O_f	[N]	odpor valení
O_s	[N]	odpor sklonu
O_{vz}	[N]	odpor vzduchu
O_a	[N]	odpor zrychlení
O_T	[N]	odpor tahu přípojného vozidla

Rovnováhu sil ve směru osy z lze zapsat takto:

$$F_{zP} + F_{zZ} - G_v = 0 \text{ [N]}$$

F_{zP}	[N]	síla působící na přední nápravu
F_{zZ}	[N]	síla působící na zadní nápravu
G_v	[N]	tíha vozidla

Všechny výše zmíněné síly se přenášejí na pneumatiky automobilu a následně na vozovku dvěma způsoby, buď shora, nebo ze strany. Základním předpokladem pro pohyb vozidla je, že hnací síla musí být větší než suma všech jízdních odporů. [1]

1.4 Stáří automobilů

Kromě toho, že stáří automobilu může mít podíl na množství vyprodukovaných emisí a ekologičnosti provozu, bezesporu má také vliv na bezpečnost při řízení. Staré „ojetiny“ jsou často opotřebované a prorezlé, což snižuje úroveň jejich pasivní bezpečnosti. Ačkoliv v současné době počet prodaných nových vozů stále roste, průměrný věk osobních automobilů v ČR má bohužel stále progresivní tendenci. Podle Svazu dovozců automobilů činil průměrný věk vozového parku v ČR ke konci roku 2017 14,62 let (předešlý rok 14,48 let). Podle mluvčího Škody Auto, Vítězslava Pelce, by mělo Česko zpřísnit pravidla pro dovoz ojetin ze zahraničí. Jejich počet by se dal snížit motivací zákazníků kupovat nové nebo prověřené zánovní vozy. Chystané evropské zvýhodnění aut na alternativní pohony by mohlo situaci našeho trhu ještě více zhoršit přílivem dalších ojetin ze západu. Průměrné stáří automobilů v EU do roku 2014 je zřejmé z přílohy č. 4. [6] [7]

1.5 Další vlivy na bezpečnost

Za další vlivy by se daly považovat např. dopravní infrastruktura a případná lékařská pomoc. Je zřejmé, že infrastruktura pozemních komunikací a jejich okolí má také nezanedbatelný vliv. Například okružní křižovatky, zelené ostrůvky, podchody pro chodce aj. prokazatelně buď zvyšují bezpečnost chodců, nebo nutí řidiče zpomalit a tím snižují riziko vážnějších nehod.

Včasnou lékařskou pomocí je míněno zavolání záchranky bezprostředně po nehodě a včasné poskytnutí první pomoci. Tím je možné snížit riziko úmrtí a počet smrtelných nehod.

2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ BEZPEČNOSTI

Bezpečnost silničního provozu je možné rozdělit do čtyř základních kategorií: člověk, vozidlo, silnice a lékařské ošetření. Bezpečnost vozidla se dělí na provozní a mimoprovazní bezpečnost.

Mimoprovazní bezpečnost je prosté zajištění vozu proti rozjezdu, proti požáru, nebo třeba zneužití. Provozní bezpečnosti bude věnována větší pozornost. Jak je patrné z obrázku č. 4, dělí se na:

- pasivní bezpečnost
- aktivní bezpečnost [8]



Obrázek 4 - Rozdělení bezpečnosti na silnicích [8]

2.1 Pasivní bezpečnost

Pasivním bezpečnostním prvkem v automobilech je takový prvek/systém, který chrání posádku vozidla (popřípadě chodce) pasivně, tzn. na rozdíl od aktivních prvků se spouští až v okamžiku nehody. Hlavním úkolem je co nejvíce minimalizovat následky kolize. Pasivní bezpečnostní prvky se dají rozdělit do dvou kategorií: vnitřní a vnější bezpečnost. Do vnitřních se řadí prvky, které chrání posádku před zraněním. Za vnější se dají považovat různá obrysová provedení a další konstrukční úpravy vozidla, které snižují riziko zranění ostatních účastníků nehody.

2.1.1 Příklady pasivních prvků

- bezpečná konstrukce karoserie a interiérové konstrukce
- bezpečnostní pásy
- konstrukce sedaček a opěrek hlavy
- systém airbagů
- ponehodové systémy eCall (Evropa), OnStar (Amerika) [8] [9]

2.1.2 Historie pasivních prvků

Pokud se bavíme o bezpečnosti vozidel, je zřejmé, že není technologicky ani fyzikálně možné zajistit, aby bylo zaručeno absolutní bezpečí posádky. Výrobci automobilů se však snaží toto riziko co nejvíce minimalizovat.

Na počátku vzniku automobilů se nehledělo v první řadě na bezpečnost, jako na schopnost dopravit náklad či osoby z jednoho místa na druhé a na rychlost dopravy. Automobily tedy nabízely větší rychlost v porovnání třeba s koňským povozem nebo pěší chůzí. Nicméně abychom se nenechali zmýlit, jejich maximální rychlost nebyla nijak závratná, dosahovaly rychlostí do 10 km/h. A protože si ne každý mohl dovolit takovýto luxus v podobě auta, provoz na silnicích byl relativně malý, takže jen zřídka docházelo k závažnějším nehodám. Zejména proto kladli výrobci důraz výhradně na komfort při cestování a pohodlí cestujících, vozidla byla odhlučňována a vybavována různými inovacemi, jako jsou např. polstrování interiéru, přídatným topením a dalšími. [10]

Už ve třicátých letech minulého století se do historie zapsal svými vynálezy a patenty v oblasti automobilové bezpečnosti rakousko-uherský inženýr a vynálezce Béla Barényi (1907-1997). Ten ve spolupráci s tehdejší Daimler-Benz začal pracovat na bezpečnostních buňkách s výraznými deformačními zónami, které se však objevily až po válce u „okřídlených“ modelů W110 a W111/112 na konci šedesátých let. Tento vynálezce má velké zásluhy na popularizaci myšlenky pasivní bezpečnosti v automobilech. Jeho zásluhou byl vyvinut sklopný sloupek řízení, bezpečnější odnímatelná střecha a mnoho dalších. [11]

Dalším průkopníkem bezpečnostních prvků v automobilech byla švédská automobilka Volvo Cars. Ta v roce 1959 představila ve svých vozech (modely PV 544) bezpečnostní tříbodový pás. Tato geniální myšlenka vzešla z hlavy konstruktéra Nilse Bohlina, který byl později za tento vynález několikrát oceněn. Bezpečnostní pás byl zkonstruován ze dvou popruhů, z příčného popruhu jistícího bederní část těla a z diagonálního/ramenního popruhu, jenž zamezuje pohybu horní části těla ve směru pohybu vozidla. Díky tomu, že si společnost neponechala svá patentová práva jen pro své účely a poskytla je i jiným výrobcům, bylo zachráněno při nehodách až desetitisíce lidských životů ročně. Téměř nepozměněný koncept pásu se používá dodnes. [12]

U nás byly použity tříbodové pásy u vozu značky Škoda 1000 MB poprvé v roce 1964, dokonce montované i na zadní sedadla. Dále v roce 1976 první samonavíjecí bezpečnostní pásy s opěrkami hlavy v proslulé Škoda 120. [13] [14]



Obrázek 5 - Nils Bohlin 1959 [19]

Dalším významným posunem bezpečnosti v automobilovém průmyslu byl vynález bezpečnostního vaku, známého pod názvem airbag. V polovině dvacátého století si ho nechali patentovat po sobě dva významní konstruktéři Němec Walter Linderer a Američan John Hedrik. Systémy obou pánů byly založeny na principu nafukování bezpečnostního vaku stlačeným plynem, což se později ukázalo jako nedostatečně rychlý způsob plnění. V sedmdesátých a osmdesátých letech se s implementováním airbagů do výbavy vozidel roztrhl pytel a automobilky začaly s tímto konceptem bezpečnosti hojně experimentovat (např. Chevrolet, Cadillac, BMW). Právě Chevrolet poslal do prodeje kolem tisícovky experimentálních vozů Chevrolet Caprice a Impala vybavených airbagem jako rovnocennou náhradou za bezpečnostní pásy. Ve Spojených Státech totiž nebyly bezpečnostní pásy příliš v oblibě. Po prvním úmrtí však výrobce od původní myšlenky upustil. [14][15]

První sériově vyráběný automobil vybavený airbagem pustil do prodeje v roce 1974 výrobce General Motors nazvaný Oldsmobile Tornado, jehož nafukovací vaky byly už ale jen doplňkem k pásům zvyšujícím bezpečnost. Větší odbyt automobilů s airbagy byl zaznamenán v Evropě, kdy v osmdesátých letech svoje modely W126 úspěšně prodávala značka Mercedes-Benz. Od roku 1998 jsou povinnou výbavou všech automobilů.

V našich zemích se první airbagy začaly montovat do Škody Felicia nejdříve v roce 1994 za příplatek, postupně pak i do dalších modelů. Později se ale až ve Škodě Octavii I. staly airbagy nedílnou součástí vozu. [15][16] [14]

V dnešní době jsou tyto prvky bezpečnosti už spíše standardem než výsadou bohatých a v posledních dvaceti letech se díky konkurenčnímu boji výrobců posunuly o značný krok kupředu. K tomu také velmi přispěly první zveřejněné výsledky nezávislých crashtestů z dílny EuroNCAP, které byly dalším impulzem pro změny v bezpečnosti. Z toho všeho bezesporu těží zákazník, moderní auta se totiž dají považovat za velmi bezpečná. [17]

2.1.3 *Současnost*

I pasivní prvky se dnes vyvíjejí. Jednou z novinek je nafukovací bezpečnostní pás představený u automobilky Ford. Ten při aktivaci zvětší až pětkrát svůj povrch viz ilustrační obrázek č. 6. Tím sníží tlak na hrudník a omezí pohyb hlavy a krku. Tak je snížena pravděpodobnost vzniku poranění a je dosaženo dokonalejší ochrany cestujících. [18]



Obrázek 6 - Nafukovací pásy [18]

Důkazem toho, že se automobilky snaží co nejvíce zvýšit bezpečnost svých vozů, jsou v terénu profesionální týmy odborníků (příkladem můžou být týmy Volkswagenu), kteří identifikují nehody a získávají cenné informace pro budoucí zlepšení a vytvoření nových prvků ochrany. [19]

2.1.4 Důležité pasivní prvky

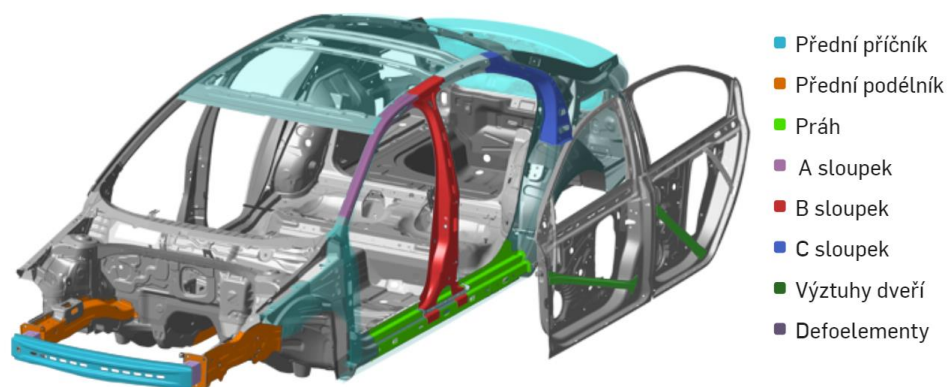
Výčet některých základních prvků pasivní bezpečnosti, které stojí za zmínku.

Karoserie

Karoserie automobilu je základní a nejdůležitější částí pasivní bezpečnosti. Je složena z mnoha dílů a materiálů, aby co nejlépe plnila svou ochrannou funkci. Právě podle funkčnosti můžeme rozdělit karosérii na dvě části:

- deformační část (deformační zóna) – tlumí a pohlcuje energii nárazu
- prostor pro posádku – nesmí se zdeformovat [14]

S ohledem na bezpečnost jak posádky, tak chodců musí splňovat dvě důležitá kritéria. Prvním je dostatečná absorpce energie při nárazu, aby nedošlo k překročení biomechanických limitů poranění posádky a zároveň aby nebyl narušen vnitřní prostor vozidla. [20]



Obrázek 7 - Nejdůležitější části karoserie [49]

Defoelementy jsou takové části v deformační zóně karoserie, které při rychlostech do 15 km/h náraz částečně zachytí a tím zabrání poškození jiných větších a dražších součástí karoserie. Protože jsou snadno demontovatelné, mohou snížit servisní náklady po nehodě. Jejich pozici lze vidět na obrázku č. 7 umístěné za předním příčnickem. [14]

Na výrobu dnešních moderních automobilů se rozsáhle využívají vysokopevnostní oceli a oceli se zvýšenou pevností. Vysokopevnostní ocel se vyrábí lisováním a rychlým chlazením žhavé oceli a její pevnost je v porovnání s běžnou ocelí šestinásobná. Díly z tohoto materiálu je možné zhotovit tenčí, je tedy možné vyrobit lehčí a lépe tvarovatelnou konstrukci. [21]

Nafukovací airbagy

Dalším základním prvkem jsou airbagy, vaky z polyamidové tkaniny, které podobně jako bezpečnostní pásy, chrání cestující před poraněním o tvrdé části interiéru. Během nehody se airbag aktivuje, na určených místech se jeho kryt poruší a následně nafoukne pomocí pyrotechnické rozbušky. Po plném nafouknutí se airbag řízeně vyfukuje a tím je umožněno maximální vstřebání kinetické energie těla.

Rychlosti nafukování jsou u různých druhů airbagů odlišné, pohybují se v řádu desítek milisekund. Kvůli jinak velké deformační zóně se boční airbag musí nafouknout rychleji než čelní. Zároveň se také čelní spolujezdcův a řidičův airbag v časech nafouknutí liší. Spolujezdcův se třeba aktivuje o pár milisekund později než ten u řidiče.

Existuje mnoho typů airbagů, obrázek č. 8, kde nejzákladnějšími jsou čelní, boční, dále pak hlavové a kolenní. Posledním výstřelkem dnešní doby jsou tzv. inteligentní airbagy, které dokážou podle velikosti zrychlení a síly nárazu regulovat objem a čas nafouknutí airbagu. [15][14]



Obrázek 8 - Typy airbagů [22]

Bezpečnostní pásy

Pásy jsou základním bezpečnostním prvkem. Jejich funkcí je ochránit tělo před nárazem do interiéru vozu nebo vymrštěním těla ven. V kombinaci s výše uvedenými jsou schopny velmi účinně chránit posádku před vážnějšími zraněními.

Fungují na bázi pyrotechnické rozbušky, která pomocí vytvořeného přetlaku přitáhne pás asi o 10 cm a předepe ho. Tím se odstraní vůle mezi pásem a tělem a účinnost pásu se výrazně zvýší. Pásy jsou také vybaveny tzv. omezovačem síly, aby nedošlo k poranění od příliš dotaženého pásu. Jde o jednoduchý mechanismus, kdy se hřídelka, na které je navinutý pás, při překročení síly 5 kN začne zkrucovat a tím zamezí dalšímu nárůstu síly v pásu. [14]

2.1.5 Homologační předpisy

Pro schvalování nových aut k provozu je nutné splňovat tzv. homologační předpisy. Ty určují požadované vlastnosti, které musí nově vyrobené automobily splňovat. Pro naše území platí ustanovení Evropskou hospodářskou komisí OSN sídlící v Ženevě. [20] [23]

Některé z těchto předpisů se týkají např.:

- zámků a závěsů dveří
- bezpečnostních pásů a jejich uchycení
- pevnosti a uchycení sedadel
- bezpečnostních skel
- ochrany při nárazu z různých směrů
- ochrany při požáru aj.

2.2 Aktivní bezpečnost

Aktivní bezpečností se rozumí asistenční systémy, nebo také ochranné prvky v automobilech, které se aktivně podílí zejména na bezpečnosti, hospodárnosti jízdy, ale i pohodlí řidiče při řízení. Tyto systémy se především snaží minimalizovat nebo přímo zamezit riziku vzniku nehod. V dnešní době je tímto myšlena převážně oblast elektronických asistentů a stabilizačních systémů vozidla. [2]

2.2.1 Podstata fungování

Tyto systémy se začaly rozvíjet až s příchodem elektrotechniky, většina z nich je založena výhradně na elektronickém základě.

2.2.2 Požadavky

- Dobré vlastnosti vozidla, kvalitní brzdy a přesné řízení
- Pružný a dostatečně výkonný motor
- Stabilizační a jiné systémy (ABS, ESP, ...)
- Pohodlí řidiče a dobrá ergonomie vozu
- Aktivní parkovací asistenti aj.

2.2.3 Rozdělení do kategorií

- Antiblokovací systémy (ABS, ...)
- Antiprokluzové systémy (EDS, ASR)
- Stabilizační systémy (ESP, DSR, ABC, MSR)
- Asistenční systémy (ACC, Night Vision)

Některé vybrané a důležité systémy budou více rozebrány v následujících kapitolách.

3 ANTIBLOKOVACÍ SYSTÉMY

Antiblokovací systém je soustava prvků aktivních asistenčních systémů v automobilech charakteristická svými automatickými zásahy do ovládní vozidla. Tato kapitola se bude zabírat zejména antiblokovacím systémem ABS.

3.1 ABS

Jedním ze základních prvků aktivní bezpečnosti ve vozidlech je tzv. ABS (z anglického anti-lock braking system). Jeho hlavní funkcí je zabránit blokaci kol při brzdění, ať jde o lehké přibrzdění, či prudké „dupnutí“ na brzdu. Při zablokování kol totiž dochází ke ztrátě adhezních účinků mezi pneumatikou a vozovkou a tím i k výraznému snížení ovladatelnosti vozidla. ABS systém může uvolnit brzděné kolo až 16x za sekundu, čímž dokáže zajistit relativně stálé otáčení kola a udržet celkovou ovladatelnost vozu.[24]

Regulační obvod systému se skládá ze tří základních částí:

- čidlo (snímač otáček) – snímá okamžitou rychlost každého kola
- elektronická řídicí jednotka (tzv. vyhodnocovací člen) – sběr dat z čidel, vyhodnocování a přijímání odpovídajících opatření
- akční člen – dle signálů z řídicí jednotky mění tlak v brzdovém okruhu

Snímač otáček je nejčastěji upevněn přímo na kole nebo na pastorku stálého převodu, kde snímá otáčky a odesílá je ke zpracování do řídicí jednotky ABS. Funguje na jednoduchém principu elektromagnetických vln. Do snímače se naindukuje střídavý proud, signál v podobě jednoduché sinusovky, z kterého je potom snadné určit rychlost otáčení kol. Spolehlivost snímačů je předpokladem pro správné fungování celého systému a zároveň i pro větší bezpečnost posádky vozidla. [24] [25]

Elektronická jednotka je tzv. mozek automobilu. Zpracovává data o otáčkách ze všech kol a pomocí elektromagnetických ventilů reguluje tlak v brzděném okruhu. Protože není technicky možné přímo změřit skluz kola, stanoví se z referenční rychlosti (průměr z rychlostí dvou diagonálně umístěných kol). Tato hodnota se následně porovnává s otáčkami všech kol a tím se zjistí případné zablokování kol. V takovém případě vydá řídicí jednotka pokyn k regulaci brzděného tlaku pomocí ventilů. [26]

Akčním členem je u hydraulických brzd hydraulická jednotka (tlakové čerpadlo). Nejčastějším provedením je hydraulické čerpadlo s řídicí jednotkou v jednom celku. Jeho umístění je mezi brzdami jednotlivých kol a hlavním brzdným válcem a to z důvodu co nejrychlejšího nástupu brzdného účinku. Podle signálů z řídicí jednotky je čerpadlo schopné měnit tlak v brzdném systému. Jeho součástí jsou také dvoupolohové elektromagnetické ventily. Na každé kolo je vždy montována jedna dvojice ventilů, jeden vypouštěcí a jeden plnicí ventil. [26]

3.1.1 Princip fungování

Všechny systémy ABS pracují na podobném principu se stejným průběhem regulačního cyklu. Při brzdění dochází k regulaci řídičem nastaveného tlaku a úhlové zpoždění kola pravidelně vykyvuje mezi horní a spodní hranicí. Při sešlápnutí pedálu je přenesen vytvořený brzdný tlak přes otevřený plnicí ventil do jednotlivých brzdových válečků kol. Vypouštěcí ventil je bez napětí, tudíž uzavřený. Otáčení kol se snižuje až do chvíle, kdy řídicí jednotka vyhodnotí tendenci k blokování kol a pomocí vstupního ventilu uzavře přívod tlaku od hlavního brzdového válce. Brzdý tlak se tak na brzdých válečcích nemění. [26]

V případě, že se otáčky kola stále snižují i přes to, že brzdý tlak zůstává konstantní, dá řídicí jednotka pokyn k otevření vypouštěcího ventilu (snížení tlaku ve válečcích). Vzniklý podtlak se naakumuluje do zásobníku podtlaku a rozběhne se hydraulické čerpadlo, které sníží brzdový tlak na kolo a vrátí brzdovou kapalinu do hlavního brzdového válce. Otáčky brzděného kola se zvýší. [27]

Aby byl brzdý účinek co největší, je potřeba při opětovném zvyšování otáček kola brzdý tlak zase snížit. Řídicí jednotka vydá povel k uzavření vypouštěcího ventilu a uvolnění vstupního ventilu. Hydraulickou podporu brzděného tlaku zajišťuje čerpadlo odsávající zbytek brzdové kapaliny ze zásobníku podtlaku do brzdového okruhu. Tím narůstá brzdý tlak působící na kolo a rychlost jeho otáčení se opět bude snižovat. [26]

3.1.2 Historie

Protiblokovací systém se dá považovat za jeden z nejstarších prvků aktivní bezpečnosti. Jeho kořeny sahají už do 20. let minulého století, kdy měli podobný nápad ve svých hlavách někteří inženýři automobilových firem. První systémy se začaly uplatňovat v leteckém průmyslu v 50. letech a na trh se dostal první systém Maxaret od britské společnosti Dunlop. Bohužel ale tehdejší technologie nebyly ještě natolik vyspělé, aby tyto systémy mohly fungovat účinně, vše totiž pracovalo převážně na mechanické bázi. O zhruba deset let později bylo dnes už zaniklou automobilkou Jensen uvedeno na trh luxusní kupé Interceptor FF (Ferguson Formula) s patričně upraveným systémem Maxaret. To se však kvůli své ne příliš vysoké účinnosti a nepřiměřené ceně neprosadilo a vývoj protiblokovacích systémů v automobilismu se na delší dobu odmlčel. Bylo zřejmé, že to přes ryze mechanickou konstrukci nepůjde. V letectví se však modifikace tohoto systému udržely ještě řadu let. [28][29][30]

Až v 70. letech se díky rozmachu elektroniky začalo v této oblasti dařit. Prvními průkopníky byly americké automobilky Chrysler a Bendix, které vyvinuly první protiblokovací systém pojmenovaný příznačně Sure Break. Byl integrovaný a pracoval se třemi kanály na čtyřech kolech, od roku 1971 doplňkovou výbavou modelu Imperial. V Evropě se vývojem začala zabývat nově vzniklá filiálka pod německou firmou Bosch nazvaná Teldix, vzniklou roku 1975. Už o tři roky později přišla s novým systémem ABS 2S, které se následně objevilo ve vozech Mercedes-Benz třídy S a u BMW řady 7.

V 80. letech se už ABS postupně stávalo standardním vybavením špičkových vozů. Prvním sériově vyráběným autem s ABS v základní výbavě se stal roku 1985 sedan Ford Scorpio první generace se systémem od firmy Teves. O čtyři roky později přišla Bosch s jednotkou 2E, kde byla hydraulická a elektronická část sloučená v jedno.

Dalšími nástupci 2E byla ABS Bosch 5.0, Bosch 5.3, Bosch 5.7 atd. (porovnání některých systémů viz příloha č. 2). V roce 2004 se výrobci pod záštitou sdružení ACEA dohodli, že v Evropě bude ABS v každém nově homologovaném autě povinné. Od roku 2006 se již nařízení týkalo i dříve homologovaných vozidel. [28][29][30][31]

3.1.3 Rozdělení ABS

Už první ABS systémy se daly rozdělit do dvou skupin podle své integrovanosti. Integrovaný ABS není tedy jen samotný systém, je to spíše skupina pomocných systémů, včetně v té době používaných elektrohydraulických posilovačů brzd a kulového zásobníku tlaku. Mají své předchůdce u již zmiňovaných společností Chrysler a Teves (typ Mk2). Stejný typ využívá také Volkswagen ve svých modelech Corrado G60 či Golf II GTI, Jaguar u řady XJ40. Jsou typické slyšitelným hučením elektrické pumpy při sešlápnutí brzdy. Ne příliš odlišný integrovaný systém, avšak trochu složitější, vyrábí firma Bendix pod nálepkou Integriert. Je známý u francouzských aut Peugeot 405 Mi16 a 605 SV24. V dnešní době se tyto systémy již téměř neužívají, výjimkami jsou např. Toyota Land Cruiser 120 nebo v modifikované verzi některá hybridní vozidla značky Honda. Neintegrované ABS systémy se začaly vyrábět u firmy Bosch (Teldix). Na rozdíl od předchozích byly jen pouhým doplňkem výbavy, nevázaly se na brzdový systém, tudíž mohly spolupracovat se standardními podtlakovými posilovači. O tom také vypovídala jejich pořizovací cena. Díky své vyšší spolehlivosti se však používají dodnes. [28]

Dále se ABS dá dělit podle druhu snímání a zpracovávání signálu na tři typy regulací protiblokovacích soustav. Všechny níže popsané jsou čtyřkanálové. V minulosti byly standardem tří, dvou nebo jednonálové, ty ale v soudobých autech už nenalezneme.

První a nejstarší je režim sledování a regulace každého kola zvlášť. Jde o čtyřkanálový systém, který obsahuje čtyři snímače otáček (indukční/Hallové čidlo) a čtyři akční členy (solenoidové ventily). Jeho výhodou je zkrácení brzdné dráhy na minimum, nedostatkem je horší ovladatelnost při prokluzu levého a pravého kola na površích s rozdílnou adhezí. Můžeme se setkat se zapojením diagonálním, nebo přední a zadní kola zvlášť.

Lepším režimem z hlediska ovladatelnosti je tzv. smíšená regulace. Ten podobně jako předchozí pracuje se čtyřmi snímači a čtyřmi kanály, zapojení brzd je diagonální. Odlišností je, že má přední nápravu řízenou individuálně, zato zadní je řízena podle tzv. principu Select low, tzn. brzdění obou kol podle kola s nižší adhezí. [30]

Zřejmě nejlepším řešením je modifikace obou výše popsaných režimů, kdy jsou obě nápravy, přední i zadní, regulovány individuálně. Přední náprava je řízena podobným principem, jako je Select low, kdy se u jednoho kola přestane zvyšovat brzdový tlak v momentě, kdy se začne blokovat druhé kolo. Naopak u druhého kola je tlak snižován až do odblokování a začátku odvalování kola. Následně se tlak opět zvýší a celý cyklus se opakuje. Zadní náprava je kombinací dvou režimů výše zmíněných, kdy je zajištěn kompromis mezi nejkratší brzdovou dráhou a ovladatelností vozu. Jde také o čtyřkanálový režim. [28] [30]



Obrázek 9: řídicí jednotka Bosch 5.7 [32]

3.1.4 Trendy vývoje

ABS systém je natolik promyšlený a desítky let vylepšovaný, že už jen těžko někdo přijde s něčím novým, co se fungování systému týče. Spíše se protiblokovací systém začíná montovat do čím dál více prostředků. Firma Bosch představila svůj první protiblokovací systém pro elektrokola, takzvané pedekly. Systém zabraňuje zablokování předního kola a tím zajišťuje kontrolu při brzdění i v zatáčkách. Dále také brání zvedání zadního kola v případě příliš silného brzdění na povrchu s dobrou přilnavostí. [33]

4 STABILIZAČNÍ SYSTÉMY

Jak už název napovídá, jsou to systémy ovlivňující jízdní stabilitu a ovladatelnost vozidla. Regulace jízdní dynamiky, známá pod názvem ESP, DSC aj. je jeho významným zástupcem.

4.1 ESP

Regulace jízdní dynamiky ESP je systém využívající brzdovou soustavu pro stabilizaci a „řízení“ vozidla. Určitým způsobem jde o rozšíření systémů ABS a ASR. Systém mimo jiné dokáže také regulovat skluz pneumatiky v příčném směru (tzn. vybočení vozidla do boku). Maximální brzdný účinek a minimální brzdná dráha v tomto případě ustupují před stabilizací vozu za všech okolností a před udržením vozidla v požadovaném směru jízdy. Je toho docíleno vhodným přibrzdováním některého z kol, korekcemi volantu, nebo naopak urychlováním hnacích kol. [26]

4.1.1 Princip fungování

Základním předpokladem pro správné fungování systému je dobrá interakce mezi jednotlivými komponenty. Ty jsou následující:

1. Snímače otáček
2. Řídící jednotka
3. Nastavovač škrticí klapky
4. Předřadné čerpadlo se snímačem neregulovaného brzdného tlaku
5. Snímač úhlu natočení volantu
6. Posilovač brzdného účinku s hlavním válcem
7. Hydraulická jednotka
8. Snímač stáčivé rychlosti se snímačem bočního zrychlení

Snímače otáček u ESP systému jsou společné se systémem ABS (ABS/ASR), jak bylo popsáno výše v Kapitole 3.

Řídící jednotka má v systému elektronickou a regulační úlohu, to znamená, že zajišťuje: napájení všech snímačů proudem, příjem a zpracování dat, výstup v podobě regulování hydraulických ventilů a předřadného čerpadla, v neposlední řadě pak komunikaci s dalšími řídicími jednotkami (pomocí sběrnice CAN). [26]

Do skupiny pozičních snímačů se řadí tzv. snímač úhlu natočení volantu (LWS). Ten umožňuje podle úhlu volantu zjistit požadovaný směr jízdy a vypočtené hodnoty odeslat ke zpracování do řídicí jednotky. Podle principu fungování se dá LWS rozdělit do dvou skupin: kluzný (např. potenciometr) a bezkontaktní (např. Hallův integrovaný obvod). Jeho pracovní rozsah je $\pm 720^\circ$.

Gyrometr, nebo také snímač stáčivé rychlosti, snímá otáčení vozidla kolem svislé osy, to je např. v situaci smyku nebo i pouhém zatáčení. Jako jediný elektronický komponent ESP není napájen řídicí jednotkou. Základem snímače jsou kmitající hmotné elementy, které jsou ovlivňovány silami vznikajícími při otáčení celého systému. Požadované hodnoty získáváme měřením vratných sil uvádějících kmitající element do původního stavu. V praxi se používají v různých provedeních: rotující dutý válec s piezoelektrickými elementy, mikromechanický snímač (princip kmitání ladičky) aj. [26]

Snímače bočního zrychlení využívají působení setrvačných sil. Konstrukčním řešením může být Hallův snímač s permanentním magnetem. Hmotné těleso (kulička) na pružině se účinkem setrvačných sil posune a výchylka je měřítkem pro hledané zrychlení. Druhou variantou je kapacitní snímač se dvěma kondenzátory zapojenými do série. Zde se porovnávají kapacity obou kondenzátorů, které se působící silou mění.

Hydraulické čerpadlo na základě příkazů z řídicí jednotky koriguje tlak v kolových brzdových válcích nezávisle na úmyslu řidiče. Je společné i pro systém ABS (viz kapitola 3). [26] [1]

Aktivní brzdění je brzdění v takových situacích, kdy je potřeba regulovat prokluz kol. To probíhá bez přičinění řidiče vozu a aby bylo dostatečně rychlé a efektivní, je používáno pro zvyšování tlaku předřadné plnicí čerpadlo. To je bezprostředně spojeno s nádržkou brzdové kapaliny, ze které je kapalina dodávána do hlavního brzdového okruhu. Dopravní výkon předřadného čerpadla musí být výrazně vyšší než výkon samotného hydraulického čerpadla, aby bylo schopné udržet tlak i při nízkých teplotách. [1]

4.1.2 Historie

Prvními impulzy pro vývoj ESP byla snaha o vylepšení již fungujícího systému ABS. V roce si 1987 nechali patentovat inženýři od firmy Bosch prvotní myšlenku na zoptimalizované brzdění ABS. Ve spolupráci s DaimlerChrysler o pár let později zřídili nové výzkumné centrum a započali vývoj provozuschopného a sériově vyráběného bezpečnostního systému. Prvním vozem, který byl tímto systémem vybaven, byl Mercedes třídy E nové generace, uvedený na trh v roce 1995. Cena za tuto nadstandardní výbavu byla ale tak vysoká, že se ESP zavádělo pouze u luxusních modelů. Ke změně došlo až o dva roky později, kdy při tzv. losích testech (Švédsko) nezvládl jízdu a doslova pohořel nový vůz třídy A od Mercedesu. Pro umlčení vlny kritiky začala automobilka dovybavovat tímto systémem všechny sériově vyrobené vozy i nižších tříd. [34] [35]

Už v devadesátých letech byl patrný velký přínos ESP pro snížení nehodovosti a úmrtí. Již v roce 1995 obdržel cenu „Henry Ford II distinguished award for excellence in automotive engineering“ od SAE, dále byl oceněn Vídeňskou univerzitou v roce 1999 cenou „Porsche“ a cenou „Prince Michael International Road Safety Award for Driver and Passenger Safety“ v roce 2004 ve Velké Británii. Téhož roku byla v Evropě Evropskou komisí uvedena v platnost Evropská charta bezpečnosti silničního provozu, která pod sebou shromažďovala přes tři tisíce organizací, podniků a institucí. Hlavním cílem charty bylo větší zapojení společnosti v úsilí o zlepšení bezpečnosti silničního provozu v Evropě. [35] [36]

V březnu 2009 Evropský parlament souhlasil se zavedením ESP do všech nových aut. Od 1.11.2011 je v zemích EU do nově homologovaných aut povinně instalován stabilizační systém. Toto nařízení bylo dále rozšířeno v roce 2014, kdy byly systémy povinně instalovány do všech nově prodaných vozů v EU. V USA a Kanadě byla podobná legislativa přijata od konce roku 2011. [34] [37]

Milníky společnosti Bosch ve vývoji asistenčních systémů

1978:	první protiblokovací brzdový systém ABS na světě, vhodný pro sériovou výrobu
1980:	první elektronická řídicí jednotka airbagu na světě
1984:	protiblokovací brzdový systém pro motocykly
1989:	Bosch „TravelPilot“, první navigační systém v Evropě
1993:	ultrazvukové parkovací senzory
1995:	první elektronicky řízený stabilizační systém ESP® na světě
2000:	adaptivní tempomat ACC s radarovým senzorem
2008:	ultrazvukový parkovací asistent s automatizovaným řízením
2010:	první ultrazvukový asistent pro sledování slepého úhlu na světě
2010:	předvídavý systém pro nouzové brzdění
2010:	systém pro rozpoznávání dopravních značek
2010:	systémy pro asistovanou jízdu v jízdním pruhu
2013:	elektromechanický posilovač brzdové soustavy iBooster

Obrázek 10 - Vývoj asistenčních systémů Bosch (upraveno [50])

4.1.3 Rozdílné značení

Označování stabilizačních systémů se u různých výrobců liší, zmiňovaná zkratka ESP je typická pro značky Bosch, DaimlerChrysler, VW. Další zkratky, se kterými je možné se setkat, jsou DSC (BMW), AHS (Chevrolet), VDC (Alfa Romeo, Subaru), PSM (Porsche), CST (Ferrari), MSP (Maserati), AdvanceTrac (Ford), VSC (Toyota, Lexus), VSA (Honda) a FDR (ADAC, dříve i Bosch), DSTC (Volvo). [26] [38]

Dynamická kontrola stability vozidla DSC

DSC (Dynamic Stability Control) je stabilizační systém, který používá ve svých vozech automobilka BMW. Ten v kritických momentech vhodně přibrzdí jednotlivá kola, aby udržela automobil ve správné stopě. Řídící jednotka dokáže na základě různých údajů o vozidle, jako je natočení volantu, relativní svislé natočení a příčné zrychlení vozidla, rozpoznat počátek smyku a včas korigovat cíleným přibrzdováním jednotlivých kol. Systém DSC integruje některé další podfunkce: protiblokovací systém ABS, kontrola teploty brzd BTM, automatická kontrola stability a trakce ASC, kontrola a regulace dodržení jízdní stopy v zatáčce CBC, dynamická kontrola trakce DTC a další. Ještě dalším prvkem, který bychom neměli opomenout, je systém Dynamic drive. Ten využívá proměnného momentu zkrutné síly, kde zkrutné stabilizátory při průjezdu zatáčkou zvětšují přítlak na vnitřní kola a tím dosahují větších bočních vodících sil. Tak je docílena vyšší ovladatelnost vozu v zatáčkách a eliminace houpavých pohybů karoserie. [39]

Řízení stability vozidla VSC

Stabilizační systém typický pro vozy značky Lexus a Toyota. Pomáhá zlepšit ovladatelnost při odbočování nebo rychlém projetí či brzdění v zatáčce. Využívá hodnoty ze senzorů rychlosti, zrychlení, úhlu řízení a stáčení vozidla a vhodně reaguje přibrzděním některého z kola nebo omezením výkonu motoru.

Novější formou systému předchozího je integrované řízení dynamiky vozidla VDIM. To je komplexnější, propojuje totiž všechny bezpečnostní systémy v automobilu (ABS, EBD, TRC, atd.).

Systém řízení stability a trakce DSTC

DSTC (Dynamic Stability and Traction Control) zlepšuje trakci a eliminuje prokluzování kol. Pod tímto systémem jsou zahrnuty tyto funkce: aktivní kontrola stáčení vozidla, kontrola trakce, kontrola prokluzu, EDC – řízení vlečného momentu motoru, CTC – řízení trakce při zatáčení, TSA – asistent stabilizace přívěsu. Při zásahu systému při brzdění je možné slyšet přerušovaný zvuk. Vůz akceleruje pomaleji, než by se při sešlápnutém plynu dalo očekávat. Dle výrobce lze tuto funkce řidičem deaktivovat, nastaví-li režim Sport. Celkovou regulaci stability to však jen omezí, nevypne ji. [38]

AdvanceTrac s řízením stability

Také jde o stabilizační systém, který přichází z dílny Ford. Funguje obdobně jako předchozí, monitoruje stabilitu vozu pomocí senzorů 150x za minutu a vhodným přibrzdováním udržuje vozidlo v požadované stopě. Kromě toho také neustále kontroluje, jestli má řidič automobil stále pod kontrolou bez ohledu na počasí a terénu. Zvyšuje bezpečnost vozidla a nabízí jeho univerzálnější využití. [40]

Systém DSR

Jeho primárním účelem je zvýšit účinnost systému ESP. DSR byl vyvinut společností VW a montuje se výhradně do koncernových vozů. Zasahuje v momentě, kdy automobil brzdí levým a pravým kolem na površích s rozdílnou adhezí. Systém ESP zasahuje rozdělením brzdné síly na jednotlivá kola a podle principu Select-low sníží brzdný účinek na všech kolech stejně podle kola na povrchu s nejnižší adhezí. Tím se však prodlužuje brzdná dráha. Systém DSR za těchto okolností pomocí elektromechanického posilovače řízení vyvine malý točivý moment na volant ve směru vhodném pro zvládnutí smyku. Tím řidič dostane doporučení, jak provést vhodnou korekci řízení. Současně se zvýšením brzdné síly na kolech s lepší adhezí je možné zkrátit brzdnu dráhu až o 10 %. [39]

4.1.4 Trendy vývoje

Stabilizační systémy jdou ve vývoji ruku v ruce s asistenčními systémy, jejich provázanost je tedy pro správné fungování nezbytná. Pohledu do budoucna se bude věnovat více následující kapitola asistenčních systémů.

5 ASISTENTI ŘÍZENÍ

Člověk, který není zvyklý jezdit nejnovějšími modely aut, bude možná překvapený, jakým způsobem umí být současné automobily „samostatné“. Existuje nepřehledné množství asistenčních systémů a řízení, od tempomatů přes parkovací asistenty, až po téměř autonomní řízení. V následující kapitole bude soustředěna pozornost na průřez těmito systémy.

5.1 ACC

ACC (Adaptive Cruise Control) je adaptabilní tempomat, který pomáhá udržovat bezpečnou vzdálenost od jiných vozidel a určitým způsobem reaguje na blížící se překážku. Systém vyhodnocuje pomocí laserového nebo mikrovlnného radaru vzdálenosti od všech objektů kolem a v případě potřeby učiní potřebná opatření pro zabránění srážce. Celé to funguje bez jakéhokoli zásahu řidiče, ACC je schopen popojíždět v koloně nebo dynamicky zrychlit po uvolnění cesty. U automobilu s automatickou převodovkou dokáže sám podřadit až o dva stupně. Systém funguje od rychlosti 40 km/h, na stojící nebo protijedoucí automobily nereaguje. Z toho důvodu je za řízení stále odpovědný řidič, adaptivní tempomat nefunguje správně při špatném počasí nebo nemusí rozpoznat malá vozidla či motocykly. Jak je zřejmé z obrázku č. 11, ACC v kombinaci s dalšími asistenčními systémy je schopný sledovat celý prostor v okolí automobilu včetně dopravních značek. [41]



Obrázek 11 - Rozsah sledování okolí [51]

5.2 Front Assist

Má podobné vlastnosti jako adaptivní tempomat ACC. Prostor před automobilem je neustále monitorován radarem v přední části nárazníku a v případě systémem vyhodnoceného nebezpečí je řidič určitým způsobem upozorněn před hrozící kolizí. Front Assist pracuje v několika fázích, první upozornění je optické nebo akustické, kdy je zároveň připravena brzdící soustava. Dále následuje prudké trhnutí samočinným přibrzděním a poté dochází k automatickému brzdění. Systém je schopen účinně reagovat v rychlostech do 30 km/h, je schopen snížit následky nehody nebo jí dokonce zabránit. Konkrétním příkladem je PEBS (Predictive emergency braking system) od firmy Bosch. Ten je založený na propojení systému ESP s radarovými snímači. [42]

5.3 Brzdový asistent BAS

Brzdový asistent BAS (Brake Assistant System) je zařízení, které pomáhá řidiči při plném brzdění maximalizovat brzdící účinek. U různých výrobců se používá jiných označení, v principu se všechny liší jen ve způsobu snímání signálů. Dají se také dělit na mechanické (MBA), elektronické (EBA) a hydraulické (HBA). Často bývají součástí stabilizačního systému ESP, spolupracují s posilovačem brzd a s ABS. Fungování systému je následující: při kritickém brzdění, kdy nezkušený řidič nedostatečně sešlápne brzdový pedál, reaguje asistent zvýšením tlaku v brzděném okruhu. Tím se dosáhne maximálního brzděného účinku a zkrácení brzděné dráhy. Automaticky se vypíná po uvolnění brzdového pedálu. [41]

5.4 Multikolizní brzda

Tato brzda se aktivuje během nehody, při níž je aktivován některý z předních airbagů, a začne samočinně brzdit bez ohledu na úmysl řidiče (může však být kdykoliv deaktivována zásahem řidiče). Zároveň spolupracuje i s jinými asistenčními systémy, kdy udržuje vůz v přímém směru jízdy, snižuje pravděpodobnost smyku a tím minimalizuje riziko vícenásobné nehody. [14]

5.5 Asistent rozjezdu do kopce HHC

Při rozjezdech do kopce může nahradit ruční brzdu systém HHC (Hill Hold Control), který udrží brzdový tlak po uvolnění brzdového pedálu ještě asi dvě vteřiny, než stihne řidič přešlápnout z brzdového na plynový pedál. Je tím zamezeno případné riziko neúmyslného couvnutí. Asistent pomáhá také při couvání do kopce, stoupání musí být vždy větší jak 5 %. [14]

5.6 Historie

Vše začalo vývojem protiblokovacího systému ABS (viz kapitola 3). Překvapivě dalším výdobytkem bylo vytvoření prvního mechanického tempomatu, následovaly stabilizační systémy ESP, ESC a další. První tempomat, který známe dnes, vymyslel v roce 1948 Ralph Teetor. Zajímavostí je, že sám vynálezce byl slepý a rozčilovalo ho neustálé kolísání rychlosti osobního řidiče. Poprvé se objevil u vozu Imperial značky Chrysler. Elektronicky řízený tempomat přišel v roce 1968 a stal se ve Státech hitem. Dnes je spolu s omezovačem rychlosti, standardní výbavou většiny aut.

Detekovat automobily před sebou dokázalo první Mitsubishi Debonair koncem roku 1992. Z počátku umělo vozidlo pouze upozornit řidiče na blížící se překážku, o tři roky později už dokázalo i ubrat plyn. Do brzd začal zasahovat až Mercedes-Benz se svým systémem Distronic, který v případě nouze i sám zabrzdil. Postupem času se systémy čím dál více zdokonalovaly, důkazem jsou současné adaptivní tempomaty s automatickým udržováním v pruhu, ty se o většinu starají téměř samy. [43]

5.6.1 Trendy vývoje

Je znát, že v dnešní době není koupě chytrého a moderního auta otázkou pouze luxusu, ale i otázkou bezpečnosti. Moderní auta jsou doslova napěchovaná právě asistenty a podpůrnými systémy, čímž zvyšují bezpečnost provozu. Pokud by byly takto vybaveny všechny vozy na dnešních silnicích, četnost nehod by se významně snížila.

Do budoucna je zřejmé, že se další vývoj bude ubírat směrem k autonomnímu řízení. Technologicky to už v zásadě není problém, automobily dokáží sledovat provoz, značky, přednosti, držet odstup a nouzově brzdit, kde ale „autopilot“ stále naráží je legislativa. [44]

Další zajímavou novinkou je hlasový asistent, od společnosti Bosch, pojmenovaný Casey. Inspirovaný asistenty Alexa, Siri, Cortana a dalšími z chytrých domácností a spotřebičů slyší i na jiné předem nastavené jméno a pracuje na kontextu umělé inteligence. Šoférům moderních aut hrozí riziko rozptýlení pozornosti při nastavování všech možných funkcí, kterými automobil disponuje a tím je zvýšené riziko vzniku dopravních nehod. Tomu chce právě hlasový asistent předejít. Jakožto virtuální pasažér komunikuje s řidičem a pomáhá mu se více soustředit na jízdu. [45]

Novou vizí do roku 2025 je vzájemná komunikace a propojená síť všech moderních automobilů ve velkých městech. Lidé si budou moci v některých městech pomocí svého chytrého telefonu zarezervovat místo ve sdíleném vozidle nebo městském autonomním taxi. Účinek by to mělo mít velmi pozitivní. Technologie propojeného parkování by mohla ušetřit čas i ujeté kilometry při hledání parkovacího místa. Tím by se ušetřily miliardy korun za případné nehody a snížil by se objem vyprodukovaných emisí ve městech. [46]

ZÁVĚR

Aktivní bezpečnostní prvky jsou v automobilech instalovány za účelem předcházení kolizím, zajišťování lepší ovladatelnosti vozu a podpory při řízení. Společně s prvky pasivní bezpečnosti jsou základem pro celkovou bezpečnost automobilu. Proto je této oblasti věnována ve výrobě taková pozornost. V bakalářské práci je hlavním tématem historická rešerše vývoje prvků. Za zmínku stojí velký pokrok v této oblasti a výrazně větší zájem automobilek na bezpečnosti a komfortu posádky než dříve.

Aby byla dosažena maximální účinnost těchto prvků, je bezpodmínečně nutné dbát o jejich dobrý stav, tedy nechávat vůz pravidelně kontrolovat ve stanicích technické kontroly. Tím by se mělo docílit omezení počtu nezpůsobilých vozů na veřejných komunikacích. Udržování vozidla v dobrém technickém stavu se může vyplatit zejména v některých nepříjemných chvílích, kdy se potřebujeme spolehnout na správné fungování těchto prvků, např. na správnou funkčnost brzd.

Bezpečnost na silnici není zdaleka jen otázkou technické stránky automobilu, velmi záleží na schopnostech řidiče ovládnout vůz a na způsobu jízdy. Právě drtivá většina všech nehod je zapříčiněna chybným jednáním řidiče. Prostor pro zlepšení by mohl být právě v lepším testování nových řidičů v autoškolách. Hlavním cílem by bylo naučit se předvídat dopravní situace a lépe zvládat řízené vozidlo. Je známo, že nemalá část řidičů se za volantem věnuje i jiným „rušivým“ aktivitám (např. telefonování, konverzaci se spolujezdcem, nastavování navigace apod.). Tomu problému by mohlo prospět v poslední době vyvíjený hlasový asistent, pozornost řidiče by tak mohla být soustředěna výhradně na bezpečnou jízdu.

REFERENČNÍ SEZNAM

- [1] ZANTEN, Anton, Rainer ERHARDT, Georg PFAFF a Helmut WISS. *Regulace jízdní dynamiky ESP, Technická příručka BOSCH*. B.m.: BOSCH, 2001. ISBN 80-902585-8-1.
- [2] *Bezpečnostní a asistenční systémy Bosch* [online]. 2011. Dostupné z: <http://docplayer.cz/14608554-Bezpecnostni-a-asistencni-systemy-bosch-dr-werner-struth-president-chassis-systems-control-robert-bosch-gmbh.html>
- [3] *Policie ČR* [online]. 2017 [vid. 2018-03-12]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>
- [4] *Ztráty z dopravních nehod v roce 2016* [online]. 2018 [vid. 2018-02-03]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/ztraty-z-dopravnich-nehod-v-roce-2016-skoda-pres-69-miliard-korun>
- [5] ŠIROKÝ, Jaromír. *Studium (podklady pro studenty)* [online]. 2007 [vid. 2017-10-21]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz>
- [6] KROČA, Jan. *Češi jezdí ve stále starších autech* [online]. 2017 [vid. 2018-02-05]. Dostupné z: https://ekonomika.idnes.cz/stara-auta-cesko-svaz-dovozcu-automobilu-f11/ekonomika.aspx?c=A170809_213620_ekonomika_amu
- [7] *Svaz dovozců automobilů* [online]. 2018 [vid. 2018-02-05]. Dostupné z: <http://portal.sda-cia.cz>
- [8] VLK, František. *Stavba motorových vozidel*. 2003. ISBN 80-238-8757-2.
- [9] SAJDL, Jan. *Pasivní bezpečnost* [online]. [vid. 2018-02-03]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/>
- [10] ČECH, Jiří. *Pasivní bezpečnost* [online]. 2003 [vid. 2018-02-03]. Dostupné z: <http://skoda.panda.cz/clanky.php>
- [11] DRAGON, Aleš. *Historie bezpečnosti vozu* [online]. [vid. 2018-02-14]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/bela-barenyi-historie-bezpecnosti-vozu-mercedes-benz-video-79824>
- [12] *CA systémy a bezpečné sezení v automobilu* [online]. [vid. 2017-10-28]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/2615-ca-systemy-a-bezpecne-sezeni-v-automobilu.html>
- [13] *oficiální stránky Volvo Cars* [online]. [vid. 2017-10-18]. Dostupné z: <https://www.volvocars.com/cz/o-nas/o-spolecnosti/dedictvi/inovace>
- [14] *Bezpečné cesty - Pasivní prvky bezpečnosti* [online]. [vid. 2018-02-03]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti>

- [15] SAJDL, Jan. *Airbag* [online]. [vid. 2018-02-03]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>
- [16] BELLIS, Mary. *The history of airbags* [online]. 2018 [vid. 2018-02-06]. Dostupné z: <https://www.thoughtco.com/history-of-airbags-1991232>
- [17] *Bezpečnost v automobilech* [online]. 2016 [vid. 2018-02-06]. Dostupné z: https://auto.idnes.cz/bezpecnost-aut-skoda-fabia-octavia-d5v-/automoto.aspx?c=A151005_021123_automoto_LHR
- [18] *Bezpečnostní nafukovací pásy* [online]. [vid. 2018-03-03]. Dostupné z: http://www.ford.cz/Hidden/Bezpecnost/Nafukovaci_bezpecnostni_pasy_vzadu
- [19] *oficiální stránky Volkswagen* [online]. 2016 [vid. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/svet-volkswagen/novinky/3546-bezpecnost-predevsim-vyzkum-nehod-u-znacky-volkswagen-je-zdr>
- [20] *Pasivní bezpečnost* [online]. 2017 [vid. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/pro-media/313-pasivni-bezpecnost>
- [21] *Besip - karoserie* [online]. [vid. 2018-02-09]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/pasivni-bezpecnost-prvky-pasivni-bezpecnosti/karoserie>
- [22] PHILIPP, Meister. *Air bag Deployment* [online]. 2018 [vid. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://carfromjapan.com/article/industry-knowledge/air-bag-deployment-what-are-the-required-conditions/>
- [23] KOVANDA, JAN, kolektiv autorů. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků*. Praha: ČVUT Praha, 2016. ISBN 978-80-01-05893-0.
- [24] SAJDL, Jan. *ABS* [online]. [vid. 2017-11-05]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>
- [25] VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel 2*. 2002. ISBN 80-238-7282-6.
- [26] VLK, František. *Automobilová elektronika 1, Asistenční a informační systémy*. 2006. ISBN 80-239-6462-3.
- [27] ŠKODA, Auto. *Technická příručka: ABS, ESP, EHPS [pdf]*.
- [28] *Systémy ABS: Umění brzdit i řídit* [online]. 2013 [vid. 2017-11-11]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/systemy-abs-umeni-brzdit-ridit-78604>
- [29] DAY, Andrew. *Braking of Road Vehicles*. B.m.: Butterworth-Heinemann, 2014. ISBN 978-0-12-397314-6.
- [30] KOS, Jan. *Brzdění v zatáčce dovoleno* [online]. 2010 [vid. 2018-02-03]. Dostupné z: <http://www.automotospecial.cz/technika/bosch/historie-abs-2010-/>

- [31] KOSCS, Jim. *Anti-lock brakes: Who was really first?* [online]. 2013 [vid. 2018-02-03]. Dostupné z: <https://www.hagerty.com/articles-videos/articles/2013/04/09/antilock-brakes>
- [32] *Sinspeed, ABS 5.7* [online]. 2014 [vid. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.sinspeed.co.uk/bosch-5-7-abs-esp-pump-module-faults-testing-repairs/>
- [33] *Inovace Bosch 2017* [online]. 2017 [vid. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.bosch-press.cz/pressportal/cz/cs/press-release-10307.html>
- [34] SAJDL, Jan. *ESP* [online]. [vid. 2017-11-22]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>
- [35] LÁNÍK, Ondřej. *10 let systému ESP BOSCH* [online]. 2005 [vid. 2017-11-22]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/10-let-systemu-esp-bosch-16098>
- [36] *European Road Safety Charter* [online]. [vid. 2018-02-03]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/file/evropska-charta-bezpecnosti-silnicniho-provozu/>
- [37] CONSTANT, Charlie. *ESP: Electronic Stability Program* [online]. 2012 [vid. 2017-11-28]. Dostupné z: <http://www.car-engineer.com/esp-electronic-stability-program/>
- [38] *Podpora Volvo Cars - DSTC* [online]. [vid. 2018-02-03]. Dostupné z: <https://support.volvocars.com/cz/cars/pages/owners-manual.aspx?mc=312H&my=2014&sw=13w46&article=f8aeb3fc4f4fb80c0a801e801f0d4e2>
- [39] VLK, František. *Automobilová elektronika 2, Systémy řízení podvozků a komfortní systémy*. 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- [40] *AdvanceTrac with Roll Stability Control* [online]. [vid. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://www.tomsford.com/ford-advancetrac/>
- [41] SAJDL, Jan. *Autolexicon* [online]. [vid. 2018-02-12]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/>
- [42] *Aktivní prvky bezpečnosti* [online]. [vid. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/aktivni-prvky-bezpecnosti>
- [43] *Technologie podpory řidiče, AutoRevue* [online]. 2016 [vid. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/technologie-podpory-ridice-v-roce-2016-tesla-neni-jedina>
- [44] *Chytré systémy a asistenti* [online]. [vid. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.chytraauta.cz/chytre-systemy-asistenti-201701/>
- [45] *Bosch umístil hlasového asistenta za volant*. [online]. 2018 [vid. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://www.bosch-press.cz/pressportal/cz/cs/press-release-13120.html>

-
- [46] *Propojená vozidla 2020* [online]. 2018 [vid. 2018-03-13]. Dostupné z: <http://www.bosch-press.cz/pressportal/cz/cs/press-release-15232.html>
- [47] *EuroRAP, Riziková mapa* [online]. [vid. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.af-cityplan.cz/novinky/eurorap---rizikova-mapa-cr-2014---2016-1404046005.html>
- [48] *The Automobile Industry Pocket Guide* [online]. [vid. 2018-03-03]. Dostupné z: http://www.acea.be/uploads/publications/POCKET_GUIDE_2015-2016.pdf
- [49] *Karoserie automobilů* [online]. [vid. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/karoserie>
- [50] Tisková zpráva Bosch. *září 2013* [online]. [vid. 2018-03-13]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/11425445-Bosch-strucne-fakta-o-asistencnich-systemech-vice-bezpecnosti-a-komfortu-pri-jizde-automobilem.html>
- [51] *Autonomní řízení, Volvo* [online]. [vid. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/autonomni-rizeni-bude-u-volva-stat-priblizne-350-tisic-priplatite-si>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Statistika nehodovosti 2017	3
Obrázek 2 - Nedotáčivost a přetáčivost automobilu	5
Obrázek 3 - Působení sil na vozidlo	6
Obrázek 4 - Rozdělení bezpečnosti na silnicích	8
Obrázek 5 - Nils Bohlin 1959	10
Obrázek 6 - Nafukovací pásy.....	12
Obrázek 7 - Nejdůležitější části karoserie	13
Obrázek 8 - Typy airbagů	14
Obrázek 9: řídicí jednotka Bosch 5.7.....	21
Obrázek 10 - Vývoj asistenčních systémů Bosch.....	25
Obrázek 11 - Rozsah sledování okolí	28

SEZNAM ZKRATEK

- ABS (Anti-lock Braking System) – protiblokovací systém
- ESP (Electronic Stability Program) – elektronický stabilizační systém
- ACC (Adaptive Cruise Control) – adaptivní tempomat
- BAS (Break AssisT System) – brzdový asistent
- DSC (Dynamic Stability Control) – elektronický stabilizační systém BMW
- Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) – Evropský program hodnocení nových vozů
- CAN rozhraní – datová sběrnice, rozhraní
- LWS (Steering wheel angle sensor) – senzor úhlu natočení volantu
- SAE (Society of Automotive Engineering) – mezinárodní sdružení odborníků z oblasti leteckého, automobilového a dopravního průmyslu

PŘÍLOHY

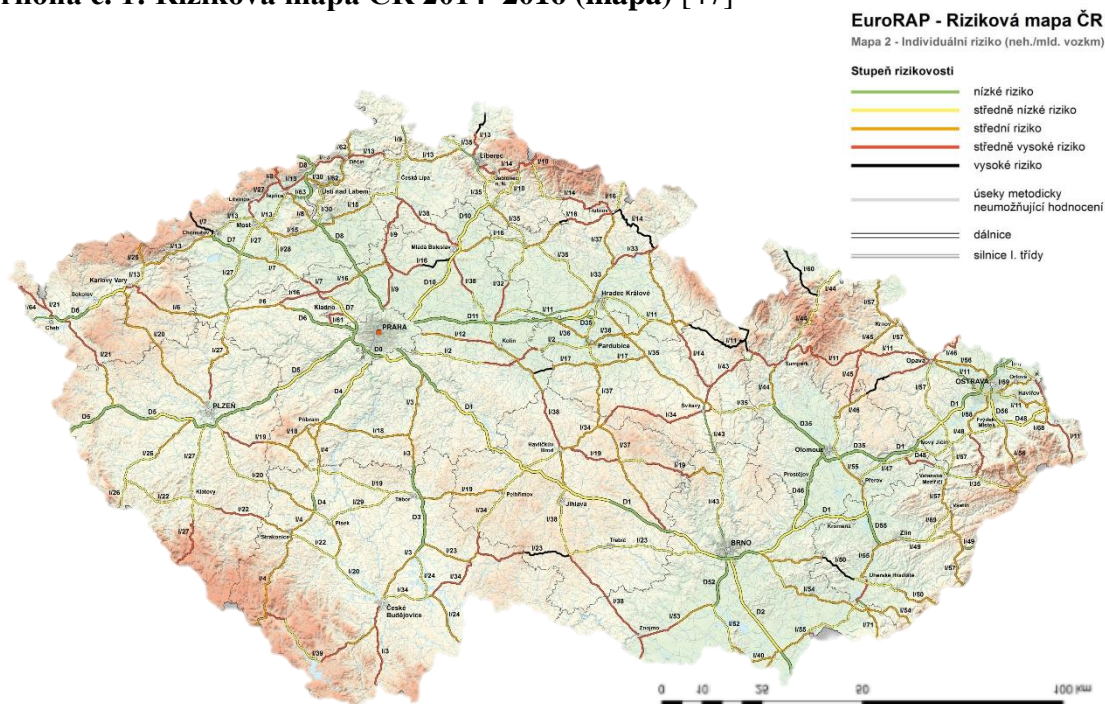
Příloha č. 1: Riziková mapa ČR 2014–2016 (mapa)

Příloha č. 2: Vývoj systémů ABS od firmy BOSCH (tabulka)

Příloha č. 3: Vývoj celkových ztrát dopravní nehodovosti v ČR (graf)

Příloha č. 4: Průměrné stáří automobilů v EU do roku 2014 (graf)

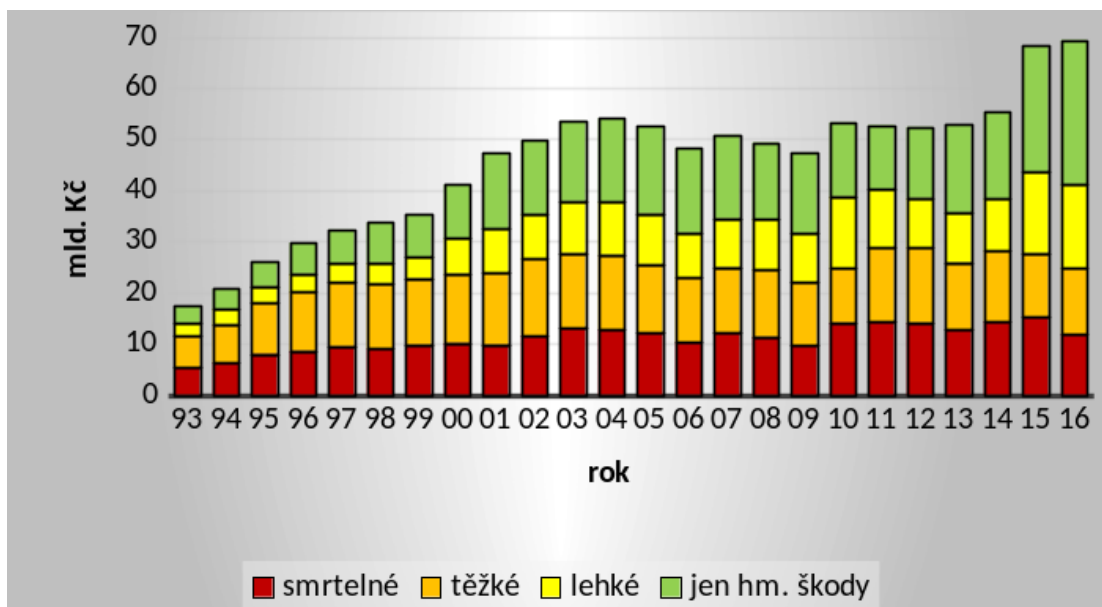
Příloha č. 1: Riziková mapa ČR 2014–2016 (mapa) [47]



Příloha č. 2: Vývoj systémů ABS od firmy BOSCH (tabulka) [30]

VÝVOJ SYSTÉMŮ ABS BOSCH

Generace	2S	2E	5.3	8.0
Hmotnost (kg)	6,3	4,9	2,6	1,6
Počet komponentů	140	40	25	16
Kapacita paměti (kB)	2	8	24	128
Rok uvedení	1978	1989	1995	2003

Příloha č. 3: Vývoj celkových ztrát dopravní nehodovosti v ČR (graf) [4]**Příloha č. 4: Průměrné stáří automobilů v EU do roku 2014 (graf) [48]**