

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Systémy pasivní a aktivní bezpečnosti v osobních
automobilech

Bakalářská práce

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

Autor bakalářské práce: Daniel Prix

Praha 2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniel Prix

Zemědělské inženýrství
Inženýrství údržby

Název práce

Systémy aktivní a pasivní bezpečnosti v osobních automobilech

Název anglicky

Systems of active and passive safety in passenger cars

Cíle práce

Vytvořit literární rešerši zabývající se problematikou aktivní a pasivní bezpečnosti osobních vozidel se zaměřením na vývoj jednotlivých pasivních prvků osobních automobilů a jejich praktické zkoušení.

Metodika

Práce bude zpracována dle osnovy:

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Přehled řešené problematiky
5. Závěr
6. Seznam použitých zdrojů
7. Přílohy

Doporučený rozsah práce

30-40 stran formátu A4

Klíčová slova

airbag, předepínač pásů, deformační zóny, eCall

Doporučené zdroje informací

FIRST, Jiří. Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry. Praha: S&T CZ, 2008. ISBN 978-80-254-1805-5

VLK, František. Karosérie motorových vozidel: ergonomika : biomechanika : pasivní bezpečnost : kolize : struktura : materiály. Brno: VLK, 2000. ISBN 80-238-5277-9.

1. KOVANDA J., ŠATOCHIN V.: Pasivní bezpečnost vozidel. Vydavatelství ČVUT Praha 2000
3. SEIFFERT, Ulrich a Lothar WECH. Automotive safety handbook. London, UK: Professional Engineering Pub., c2005, x, 283 p. PT (Series) (Warrendale, Pa.), 116. ISBN 07-680-0912-X
4. PETERS, George A a Barbara J PETERS. Automotive vehicle safety: [SAE 2002 world congress, Detroit, Michigan, USA, March 4 – 7, 2002]. New York: Taylor, 2002, x, 283 p. PT (Series) (Warrendale, Pa.), 116. ISBN 04-152-6333-6

Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 24. 1. 2020

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 14. 05. 2021

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: *Systémy aktivní a pasivní bezpečnosti v osobních automobilech* 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.....

.....
Daniel Prix

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Martinu Kotkovi, Ph.D. za veškeré rady, pomoc při práci na praktické části a připomínky, které mi pomohly k dokončení této práce.

Abstrakt: Tato bakalářská práce popisuje hlavní rozdíly mezi aktivní a pasivní bezpečností ve vozidlech, shrnuje základní prvky bezpečnosti a také její historii. Analyzuje základní prvky pasivní i aktivní bezpečnosti a popisuje jejich jednotlivé principy, které mají za cíl snížit riziko vzniku či následků dopravní nehody a detailně se zaměřuje především na airbagy. Dále byla snaha zmapovat typy airbagů, které jsou nebo byly v automobilovém průmyslu využívány a další podpůrné systémy podporující fungování airbagů nebo jiných prvků pasivní bezpečnosti pro co nejbezpečnější provoz v automobilovém průmyslu.

Praktická část je zaměřena na zaznamenání průběhu výstřelu airbagů ze starších automobilů tří rozdílných značek Škoda, Ford a BMW. Následně jsou zpracovány výsledky, jako je doba zážehu airbagu, doba nafukování airbagu a také celková doba odpalu airbagů, kterou tvoří právě dvě zmíněné zkoumané hodnoty. Pro získání těchto hodnot byla využita vysokorychlostní kamera, která zaznamenávala celý průběh výstřelu airbagu a bylo tak možné zjistit jednotlivé časové úseky. Výsledky byly následně porovnány s požadovanými hodnotami a zároveň porovnány vzájemně mezi sebou.

Klíčová slova: airbag, předepínač pásů, deformační zóny, eCall

Systems of active and passive safety in passenger cars

Summary: The aim of this work was to find the main differences between active and passive safety, to summarize the basic elements of safety in cars and their history. Explore the basic elements of passive and active safety, describe the basics that make up each industry, and focus on airbags. Further describe the types of airbags that are or have been used in the automotive industry, other support systems that support the operation of airbags, or other elements of passive safety for the safest possible operation in the automotive industry.

In the practical part, the aim is to focus on recording the course of the airbag shot from older cars of three different brands Škoda, Ford, and BMW. Subsequently, process the results, such as the airbag ignition time, the airbag inflation time, and also the total airbag deployment time, which consists of just two mentioned examined values. For obtaining these values was used a high-speed camera, which records the entire course of the airbag's shot. Thanks to that it is possible to find out the individual time periods for each airbag's shot. The results are then compared with the required values and at the same time compared with each other.

Key words: airbag, belt pretensioner, deformation zones, eCall

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl práce	2
3. Metodika práce	2
4. Přehled řešené problematiky	4
4.1. <i>Bezpečnost</i>	4
4.2. <i>Historie bezpečnosti</i>	4
4.3. <i>Aktivní bezpečnost</i>	5
4.3.1. <i>Elektronické asistenční systémy</i>	6
4.4. <i>Pasivní bezpečnost</i>	8
4.5. <i>Airbag</i>	9
4.6. <i>Historie airbagu</i>	10
4.7. <i>Princip funkce airbagu</i>	11
4.8. <i>Druhy airbagů podle umístění</i>	12
4.8.1. <i>Airbag řidiče</i>	12
4.8.2. <i>Airbag spolujezdce</i>	12
4.8.3. <i>Boční airbag</i>	14
4.8.4. <i>Hlavový airbag</i>	14
4.8.5. <i>Kolenní airbag</i>	15
4.8.6. <i>Airbag v zadním bezpečnostním pásu</i>	16
4.8.7. <i>Airbag pro chodce</i>	16
4.8.8. <i>Středový airbag</i>	17
4.8.9. <i>Hlavový airbag pro zadní okno</i>	18
4.8.10. <i>Motocyklový airbag</i>	19
4.8.11. <i>Motocyklový airbag v chrániči páteře</i>	19
4.9. <i>Plynové generátory</i>	20

4.9.1.	Plynový generátor s pyrotechnickou zápalkou	20
4.9.2.	Hybridní plynový generátor	21
4.9.3.	Plynový generátor	22
4.10.	<i>Další zařízení systému airbagů</i>	22
4.10.1.	Deaktivace airbagu.....	22
4.10.2.	Předepínač bezpečnostních pásů	23
4.10.3.	Posuvný sloupek řízení.....	23
4.11.	<i>eCall</i>	23
5.	Praktická část práce	25
5.1.	<i>Podstata měření</i>	25
5.2.	<i>Použité airbagy</i>	25
5.3.	<i>Použitá technika pro měření</i>	27
5.4.	<i>Příprava</i>	29
5.4.1.	Příprava pracoviště a testovaných předmětů.....	29
5.4.2.	Nastavení měřicí techniky.....	30
5.4.3.	Prostředí pro měření.....	31
5.5.	<i>Postup měření</i>	31
6.	Výsledky a diskuse	32
6.1.	<i>Vyhodnocení výsledků</i>	32
6.2.	<i>Porovnání výsledků</i>	34
6.3.	<i>Vyhodnocení experimentu</i>	35
7.	Závěr	37
8.	Seznam použitých zdrojů	39
	Seznam zkratk	41

Seznam obrázků

Obrázek 1 Testování airbagu ve vozidle Mercedes Benz.....	10
Obrázek 2 Průběh činnosti airbagů.....	11
Obrázek 3 Airbag řidiče.....	12
Obrázek 4 Airbag spolujezdce.....	12
Obrázek 5 Airbag spolujezdce-boční pohled.....	13
Obrázek 6 Boční airbag pro posádku na zadních sedadlech.....	13
Obrázek 7 Boční airbag spolujezdce.....	13
Obrázek 8 Hlavový airbag.....	14
Obrázek 9 Kolenní airbag.....	15
Obrázek 10 Airbag v zadním bezpečnostním pásu.....	16
Obrázek 11 Airbag pro chodce.....	17
Obrázek 12 Středový airbag.....	17
Obrázek 13 Hlavový airbag pro zadní okno.....	18
Obrázek 14 Motocyklový airbag.....	18
Obrázek 15 Motocyklový airbag v chrániči páteře.....	19
Obrázek 16 Plynový generátor s pyrotechnickou zápalkou.....	20
Obrázek 17 Hybridní plynový generátor.....	20
Obrázek 18 Deaktivace airbagu.....	21
Obrázek 19 Řidičův airbag Ford.....	24
Obrázek 20 Řidičův airbag Škoda.....	24
Obrázek 21 Řidičův airbag BMW.....	25
Obrázek 22 Vysokorychlostní kamera.....	25
Obrázek 23 Prostředí programu Control 2 Series.....	26
Obrázek 24 Externí osvětlení.....	26
Obrázek 25 Přídavné čočky světel.....	27
Obrázek 26 Ovládací panel.....	27

Obrázek 27 Připravené pracoviště.....	28
Obrázek 28 Signalizace počátku zážehu pro výstřel airbagu.....	44
Obrázek 29 Počátek výstřelu airbagu.....	44
Obrázek 30 Plně nafouknutý airbag.....	44

1. Úvod

V dnešní době je samozřejmostí mít jeden či více automobilů v téměř každé domácnosti. S rostoucím vývojem v automobilovém průmyslu, kdy se zvyšuje rychlost na silnicích, se také samozřejmě navyšuje počet automobilů na dopravních komunikacích. Zároveň se nesmí zapomínat na zvyšování agresivního stylu jízdy či vyšší počet dopravních nehod než v dřívějších dobách. V důsledku toho je společnostmi kladen stále vyšší důraz na bezpečí účastníků silničního provozu a v souvislosti s tím narůstají požadavky na aktivní a pasivní bezpečnost v automobilech.

Většina zájemců o automobily v dnešní době posuzuje na prvním místě zejména bezpečnost daného automobilu, přičemž v současnosti jsou hlavním trendem prvky aktivní bezpečnosti. Tyto prvky minimalizují riziko vzniku dopravní nehody. Do této skupiny se řadí například moderní aktivní systémy, což je například automatické čtení dopravních značek nebo systémy hlídající stabilní jízdu vozidla. V situaci, kdy už tyto prvky nestačí k tomu, aby nedošlo k nehodě a vznikne náraz, tak přichází na řadu prvky bezpečnosti pasivní. Také jsou někdy nazývány zádržné systémy. Mezi tyto prvky spadají například deformační zóny vozidla, které absorbují část energie, která vzniká při nárazu, předepínače bezpečnostních pásů či pásy samotné. Nedílnou součástí prvků pasivní bezpečnosti jsou airbagy.

Jak bylo již zmíněno, je v posledních letech kladen čím dál větší důraz na vývoj prvků bezpečnosti aktivní. Je zde snaha docílit stavu, kdy bude docházet k co nejnižšímu počtu nehod. Skvělým příkladem je výrobce automobilů Volvo, který je známý bezpečností vozidel, která vyrábí. Automobilka v roce 2007 vydala prohlášení, že v budoucnu nebude ve vozidlech, které vyvíjí a produkuje, nikdo zraněn ani usmrcen. Z tohoto tvrzení je lehké odvoditelné, že společnost klade čím dál větší důraz na bezpečnost v automobilovém průmyslu, zejména díky aktivní bezpečnosti vozidel.

2. Cíl práce

Hlavním cílem této práce je prozkoumat a sumarizovat prvky aktivní a pasivní bezpečnosti v automobilech. V úvodu bude zaměřena na obecnou bezpečnost ve vozidlech na veřejných pozemních komunikacích. Bude zmíněna také historie bezpečnosti a bude práce zaměřená na pasivní bezpečnost, konkrétně především na airbasy v automobilovém průmyslu. Zmíněna bude historie airbagu, budou rozděleny do základních skupin. Také je cílem zmínit podpůrné systémy pro fungování airbagů. Takovými systémy jsou myšleny například plynové generátory airbagů, předepínače bezpečnostních pásů nebo eCall pro přivolání pomoci při nehodě.

V praktické části je zkoumání zaměřeno na měření doby nafukování airbagů a spolehlivosti vystřelení airbagů vybraných značek automobilů. Následně bude vypracováno vyhodnocení naměřených hodnot a jejich porovnání s požadovanými hodnotami a zároveň budou hodnoty porovnány vzájemně mezi jednotlivými testovanými značkami.

3. Metodika práce

Práce je rozdělena na dvě části. První část tvoří práce teoretická a druhou vlastní práce.

Teoretická část byla zpracována na základě pečlivého prostudování odborné literatury a dalších relevantních zdrojů pro tuto práci.

Praktická část práce byla provedena pod vedením katedry vozidel a pozemní dopravy na ČZU. V této části práce byla pozornost zaměřena na měření rychlosti vystřelení airbagů vybraných značek osobních automobilů. Před vysokorychlostní kamerou byly postupně odpalovány všechny testované airbasy značek Škoda, Ford a BMW, za kterými byl umístěn rastr, sloužící pro určení polohy airbagu v průběhu nafukování. Tento rastr zde byl umístěn i pro potřebu zjištění maximálního nafouknutí airbagu. Po zaznamenání všech výstřelů pomocí měřicí techniky, byla data detailně zpracována. Byl sledován okamžik, kdy došlo k počátku nafukování a také plnému nafouknutí airbagu. Následně pomocí výpočtů byla stanovena doba zážehu, která symbolizuje časový úsek mezi okamžikem, kdy plynový generátor dostal signál k odpalu a okamžikem, kdy došlo k odpalu airbagu. Dále byla zjišťována doba, za kterou došlo k plnému nafouknutí airbagů, tj. doba mezi okamžikem, kdy došlo k počátku nafukování airbagu a okamžikem, kdy byl airbag plně nafouknutý. Po získání jednotlivých hodnot pro dané

airbasy byly časy porovnány s požadovanou hodnotou 30 ms, kterou udává literatura. Také byly porovnány jednotlivé doby zážehu a nafouknutí pro konkrétní airbasy mezi sebou a bylo vyhodnoceno, které dosáhly nejlepších hodnot, případně hodnot nejhorších.

4. Přehled řešené problematiky

Rešeršní část práce se zabývá bezpečností v osobních automobilech, která je rozdělena na aktivní a pasivní bezpečnost. Následně je zaměřena pozornost na konkrétní prvky obou skupin.

4.1. Bezpečnost

„Bezpečnost je z marketingového hlediska jedním ze základních rysů automobilu a uživatele často zajímá víc než ostatní vlastnosti vozu. Mezi aktivní bezpečnostní prvky vozidla se počítají jeho vlastnosti, které mohou zabránit nehodě: brzdy, schopnost akcelerace, stabilita při zatáčení výhled z vozidla i hluk a pohoda v interiéru. Když prvky aktivní bezpečnosti nemohou zabránit nehodě a dojde k nárazu, pak při něm nastupují prvky pasivní bezpečnosti neboli zádržné systémy vozidla. Patří mezi ně například prostor pro deformaci částí vozidla tak, aby se v nich pohltila energie nárazu, bezpečnostní výztuhy či konstrukce sedadel s opěrkami hlavy.“ (1)

4.2. Historie bezpečnosti

Někteří lidé se domnívají, že novodobé automobily jsou horší než ty z dřívějších dob, to však pro bezpečnost neplatí. Pokud se nahlídne do interiéru staršího vozu, pozornost upoutá mnohem více ostrých a tvrdých hran na palubní desce, sedadla pro cestující jsou plochá bez bočního vedení nebo postrádají opěrky hlavy v horším případě. Dále je možné si povšimnout nebezpečně slabé konstrukce A-sloupků, čímž se mnohonásobně snižovala šance na přežití již v nízkých rychlostech, už například ve 40 km/h. Toto však bylo ve 20. století vše připisováno riziku řízení automobilů už jen z toho důvodu, že se na silnicích pohybovalo mnohem méně vozidel. (2)

Postupně začal stoupat zájem o bezpečnost vozidel. Jedním z představitelů byl Béla Barényi (1907-1997), kterého dnes můžeme považovat za zakladatele pasivní bezpečnosti vozidel. Béla Barényi pocházel z Rakousko-Uherska, byl inženýr i významný vynálezce a během své kariéry stihnul vytvořit více jak 2500 patentů. Díky své práci se dostal až do automobilky Mercedes-Benz, do které ho přivedl sám Daimler-Benz a stal se vedoucím týmu vývoje. Zde pracoval celých 33 let. Během svého působení dokázal vynalézt deformační zónu a jedním z jeho

nejúspěšnějších prvků pasivní bezpečnosti se stal posuvný sloupek řízení. Ten díky možnosti posuvu snižoval riziko poranění řidiče. Prvním vozem, který byl vybaven deformační zónou byl Mercedes Benz W111. (3)

Jedním z nejzásadnějších zlomů v boji proti úmrtnosti za volantem se stal příchod bezpečnostních pásů ve standardní výbavě a to konkrétně u automobilky Volvo v roce 1959. Pás, který byl vynalezen mužem jménem Nils Bolhin pro automobilku Volvo, byl již v této době tříbodový, stejně jako je dodnes u většiny automobilů. Na rozdíl od předchozích verzí, které vznikly v roce 1949 a jednalo se o dvoubodové popruhy. Navíc tyto verze pásů byly dodávány pouze jako nadstandardní výbava, za kterou si majitel musel připlatit. Udává se, že si je zakoupilo 48 000 zákazníků, ale reálné využití našly jen u 1000 z nich. (4)

Přelomovým rokem je podle vedoucího oddělení vývoje bezpečnostních prvků, Petra Krause, rok 2000. Jedním z hlavních důvodů je počátek crash testů Euro NCAP roku 1997. Tento krok měl vliv na většinu automobilek, které byly nuceny se více zaměřit na bezpečnost automobilů. Vývoj, který byly automobilky nuceny podstoupit trval podle pana Krause přibližně 3 roky a díky tomu se tento expert na bezpečnost domnívá, že přelomovým rokem je právě již zmíněný rok 2000. (5)

Statistiky jistě ukazují na to, že dnešní automobily jsou značně bezpečnější. Pro porovnání literatura uvádí, že v roce 2005 bylo při dopravních nehodách 1127 obětí v České republice. V roce 2014 již tento počet klesnul na 689 obětí a tato čísla z velké části vděčí obrovskému pokroku ve vývoji bezpečnosti v automobilech. (5)

4.3. Aktivní bezpečnost

Aktivní bezpečnost vozidla je tvořena jednotlivými systémy, prvky či vlastnostmi vozidla, které mají za úkol předejít nebo zabránit vzniku dopravní nehody či kolize. (6)

V dřívějších dobách byly za aktivní bezpečnost považovány především prvky sloužící k bezpečnosti a komfortu jízdy, jako jsou například kvalitní brzdy nebo dobré jízdní vlastnosti vozidla. V dnešní době je hlavním prvkem aktivní bezpečnosti především elektronický asistent, který se neustále vyvíjí. Mezi elektronické jízdní asistenty jsou řazeny například: ABS, ESP, TSC a další. (6)

Protože se čas trávený v automobilech prodlužuje, je také nutné zajistit stálou pozornost řidiče a předejít tak riziku mikrospánku. K tomu slouží co nejlepší odhlučnění vozidla a neustálé zvyšování komfortu při jízdě. (6)

V neposlední řadě se k aktivní bezpečnosti ve vozidle používá nespočet radarových systémů, jako jsou například parkovací asistent, aktivní tempomat a další. (6)

4.3.1. Elektronické asistenční systémy

Pro dosažení co nejlepších jízdních vlastností jsou ve vozidlech užívány asistenční systémy, které mají pomoci zejména pokud nastane krizová situace. Cílem užívání asistenčních systémů je udržení vozidla ve stabilní jízdě a pokud nastane situace, se kterou by si řidič nemusel vědět rady nebo by hrozila nezkušená reakce, tak zabránit vzniku nehody nebo vyvarování se nečekané dopravní komplikace. Hlavním účelem těchto systémů je dosáhnout co nejvyšší ovladatelnosti vozidla i za podmínek, které tomu nenahrávají. (7)

ABS

ABS, neboli antiblockiersystem nebo protiblokovací systém, je jedním z hlavních systémů, které podporují brzdění. K aktivaci systému dojde ve chvíli, kdy jednotlivé senzory otáček, umístěné u kol, zjistí, že došlo k zastavení kol v důsledku sešlápnutí brzdového pedálu. Data ze senzorů otáček jsou odesílány do centrální řídicí jednotky ABS systému a ta následně pomocí přerušovaného stlačování brzd se snaží dosáhnout co nejlepšího přenosu brzdového účinku na vozovku. K tomu je využíváno snižování tlaku v brzdovém systému, které zajišťuje regulační ventil. Ke snížení tlaku v systému může dojít až 12x za sekundu. Při aktivaci ABS může řidič stojící na brzdovém pedálu cítit vibrace z pedálu. (7)

Díky této funkci se stává vůz i za prudkého brzdění ovladatelnější. Pokud by nebyl vybaven systémem ABS došlo by zastavení kol, následné ztrátě adheze pneumatik a díky tomu nemožnosti ovládat směr vozidla otočením volantů. Také může být užitečný při brzdění na vysoce kluzném povrchu nebo pokud vozidlo brzdí tak, že pod každým kolem se nachází jiný druh povrchu a tím také jiná možnost přenosu brzdového účinku na vozovku. Díky ABS je tak mnohem kratší brzdná dráha. (8) (7)

ASR

System ASR, neboli Anti Slip Regulation nebo system regulace prokluzu kol, je do vozidel umist'ovan za ucelem, aby predchazel prokluzu hnaných kol při jízdě či rozjíždění vozidla a díky tomu k udržení jízdni stability. Největší uplatnění najde tento system v momentě akcelerace vozidla, kdy by mohlo dojít k prokluzu hnaných kol a vůz by se tak mohl stát neovladatelným. ASR je nejčastěji aktivováno na povrchu, který je silně kluzký, jako například sněh či náledí. (9)

Cílem fungování systému ASR je snížení hnací síly na kolo tak, aby automobil znovu získal přílnavost a stal se ovladatelným. (9)

Snížení síly na kolo lze také docílit ubráním hnacího momentu pomocí změny nastavení předstihu, množství vstříkovaného benzínu či množstvím přivedeného vzduchu, ovládaného škrtkící klapkou nebo přibrzděním daného kola. (9)

Fungování toho systému je řízeno jeho řídicí jednotkou, která využívá komponenty systému ABS. (9)

ESP

Elektronický stabilizační program je system, který je dalším doplněním systémů ABS a ASR. Na rozdíl od předchozích je však doplněn o vícero snímačů a aktivních členů. Cílem užití tohoto systému je zabezpečit kontrolovanou a stabilní jízdu za jakýchkoliv okolností. Je zde snaha o snížení rizika kritických situací a zlepšení ovladatelnosti vozidla. Měl by fungovat jak při akceleraci, tak při brzdění i při jízdě. Hlavním účelem tohoto elektronického systému je předcházet smyku vozidla a udržet tak vozidlo ve stabilní jízdě. (10)

V situaci, kdy už ke smyku dojde, je možné ho dělit na dvě kategorie. První z nich je smyk přetáčivý, kdy zadní část (náprava) vozu předbíhá tu přední. V této situaci ESP reaguje tak, že se snaží o srovnání vozidla tím, že zabrzdí vnější přední kolo. Druhým typem je smyk nedotáčivý. Ten se zpravidla projevuje tím, že se řidiči nedaří kopírovat trajektorii zatáčky a vozidlo má tendenci jet rovně. V tu chvíli ESP přibrzdí zadní kolo na vnitřní straně zatáčky. (10)

Dále ke svému fungování může ESP také využívat snižování točivého momentu motoru v některých krizových situacích. (10)

BAS

Ke snížení brzdné dráhy také slouží elektronický systém Brake Assist System. K uplatnění dochází zejména v situaci, kdy se jedná o panické brzdění. Mnoho řidičů, kteří nejsou zkušení a neznají dostatečně své vozidlo, nesešlápnu dostatečně brzdový pedál natolik, aby došlo k maximálnímu účinku brzd. Systém dokáže rozpoznat díky rychlosti a síle sešlápnutí brzdového pedálu, zda se jedná o krizové brzdění a následně zvýšit tlak v brzdovém systému natolik, aby byla využita maximální brzdná síla. Samozřejmě současně dochází také k aktivaci ABS systému, jelikož by jinak hrozilo zastavení kol a následná ztráta kontroly nad vozidlem. (10)

Udává se, že díky tomuto systému se brzdná dráha zkracuje až o 20 %, jelikož není nutné sešlápnutí brzdového pedálu až na podlahu k maximálnímu brzdění. (10)

Existuje více variant systému BAS. Jedná se o elektronický, hydraulický či mechanický. Hlavním rozdílem mezi těmito třemi variantami je způsob snímání signálů. U novodobých automobilů navíc v situaci, kdy vozidlo zaznamená krizové brzdění doprovází intenzivní sešlápnutí brzdového pedálu také automatické sepnutí výstražných světel. (9)

4.4. Pasivní bezpečnost

Pasivní bezpečnost je soubor opatření, sloužící k ochraně posádky vozidla nebo také ostatních účastníků provozu, ve chvíli, kdy nepomohla bezpečnost aktivní a došlo již k nárazu. Pokud již k nárazu vozidla dojde a vznikají zde síly a přetížení, hlavní úkol prvků pasivní bezpečnosti je chránit osoby před mechanickými a biomechanickými poraněními. (1)

„Při návrhu nového vozidla musí být úvahy o pasivní bezpečnosti integrální částí koncepčních rozhodnutí i řešení jednotlivých částí vozidla. K tomu pak je nutné znát mechanismy poranění posádky ve vozidle i mechanismy poranění ostatních účastníků kolize např. chodců, deformační charakteristiky vozidla, pevnostní a absorpční charakteristiky vybraných částí vozidla atd.

Uvedení nových vozidel do provozu je podmíněno splněním značně náročného schvalovacího procesu na základě mezinárodně platných předpisů, v našem případě předpisů pro konstrukci vozidel Evropského hospodářského společenství OSN. Značná část z celkového počtu 109 předpisů EHK pokrývá problematiku pasivní bezpečnosti vozidel.

I z tohoto faktu lze usoudit, že pasivní bezpečnost není pouze módní slogan, ale skutečnost charakterizující snahu výrobců vozidel a příslušenství o zvýšení ochrany všech účastníků silničního provozu v případech menších či větších kolizí.“ (1)

4.5. Airbag

Dlouhá léta byla vozidla konstruována bez airbagů. Z počátku mohl být airbag vnímán, dokonce jako prvek ohrožující zdraví posádky. Vlivem času začal být kladen větší a větší důraz na bezpečnost posádky, až se airbag stal nutnou výbavou každého automobilu. (11)

Airbagy jsou významným prvkem pasivní bezpečnosti a jejich hlavním úkolem airbagů je minimalizovat pohyby hlavy a hrudníku vůči karoserii a tím i snižovat maximální hodnoty zrychlení. Obecně mají za úkol ochránit především hlavu a hrudník posádky před pohybem či střetem s karoserií. U evropských airbagů se počítá zároveň se součinností pásů, které slouží ke spojení posádky s deformující se hmotou karoserie. Pro lepší využití účinnosti airbagů je nutné použití spolu s bezpečnostními pásy. (11)

Spuštění airbagu je podmíněno elektrickým signálem, který dostane plynový generátor, pokud je v některém z jednotlivých čidel nárazu, umístěných v karoserii vozidla, dosaženo zrychlení, které překračuje daný limit pro výstřel airbagu. (11)

Úplné naplnění standardního airbagu se pohybuje okolo 40-50 ms od zážehu. Vznik plynu pro plnění airbagu začíná asi po 2-4 ms od signálu nárazu. Následně se roztrhne kryt airbagu a airbag se začne rozbalovat díky proudu plnicího plynu. Rozbalování airbagu začíná okolo 2-10 ms od zážehu látky, která vyvíjí plnicí plyn airbagu. (11)

4.6. Historie airbagu

Airbag byl vynalezen již v roce 1952 mužem jménem John W. Hetrick, který si ho také následující rok nechal i patentovat. Nicméně zařízení podobná airbagu se objevovala již od 40. let například v leteckém průmyslu. (12)

Roku 1972 byl airbag použit značkou Chevrolet v 1000 vozech, které byly uvedeny do prodeje, aby byly otestovány v provozu. Airbag byl vnímán jako možná náhrada bezpečnostních pásů, protože v USA bezpečnostní pásy nebyly skoro vůbec používány. (12)

1974 bylo vyrobeno první sériově vyráběné vozidlo s airbagem, a to Oldsmobile Toronado. U jiných značek byla možnost si airbag přikoupit, coby příplatkovou výbavu. (12)

O šest let později, tedy 1980, zavedla automobilka Mercedes Benz airbag do svého vozu W126. V tomto případě již nebyly airbasy vnímány jako náhrada bezpečnostních pásů, nýbrž jako další prvek bezpečnosti, který bezpečnostní pásy doplňoval, ale nenahrazoval. (Obrázek 1) (12)

Obrovský rozmach pro vybavení automobilů airbasy nastal v 90. letech, kdy se airbasy začaly stávat standardní výbavou automobilu. (12)

Obrázek 1 Testování airbagu ve vozidle Mercedes Benz



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

4.7.Princip funkce airbagu

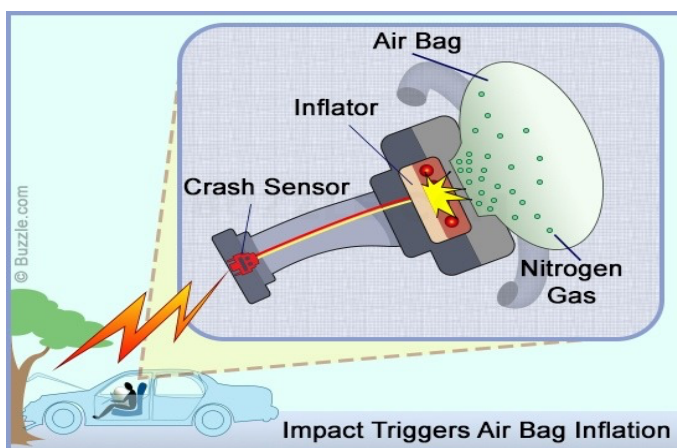
„Každý airbag je složen z vaku z polyamidové tkaniny, inflátoru (plynového generátoru, který produkuje plyn pro naplnění vaku) a řídicí jednotky se senzory zrychlení. Řídicí jednotka aktivuje jednotlivé airbagy na základě vyhodnocování signálů od snímačů zrychlení, resp. zpomalení pro každý směr. Nemělo by se tak stát, že se například při čistě bočním nárazu aktivují oba čelní airbagy.

V okamžiku nárazu, kdy snímače zrychlení naměří hraniční hodnoty, vyšle řídicí jednotka signál do příslušných airbagů, respektive plynového generátoru. Tablety pro tvorbu plynu v plynovém generátoru jsou zapáleny elektrickým můstkovým zapalovačem s roznětkou v tělese plynového generátoru. Vznikne chemická reakce produkující plyn, který airbag naplní. Naplnění airbagů probíhá velice rychle, v řádech milisekund.

Průběh činnosti airbagů (obrázek 2) začíná nárazem vozidla do překážky v čase $t=0$, v čase $t=25$ ms senzor hlásí náraz a řídicí jednotka odpaluje roznětku, následuje chemická reakce a tvorba plynu. Po uplynutí 40 ms se trhá kryt airbagu a vak se dál plní plynem. V čase $t=60$ ms je vak již naplněn a zachycuje posádku. V čase $t=110$ ms je cestující plně ponořen do airbagu a začíná se pohybovat zpět. Ve stopadesáté milisekundě se pasažér vrací do sedadla. Časy jsou samozřejmě pouze přibližné, jsou různé například pro řidiče a spolujezdce.

V případě bočního nárazu je deformační zóna mnohem kratší, airbag proto musí být připraven už za 60 ms.“ (12)

Obrázek 2 Průběh činnosti airbagů



Zdroj: <http://francescopochetti.com/airbag-inflate/>

4.8. Druhy airbagů podle umístění

Airbagy se dají rozdělit na mnoho typů. Nejčastější dělení je na základě jejich umístění ve vozidle, případně podle jejich funkce.

4.8.1. Airbag řidiče

Airbag určený řidiči (Obrázek 3) je umístěn ve volantu a nachází se v jeho centrální části. Ve chvíli, kdy airbag dostane pokyn k výstřelu, se začne plnit plynem. Protrhne předem určená a zeslabená místa krytu airbagu a zcela se rozbálí do oblasti mezi řidičem a volantem. Vak vyrobený z polyamidu je vybaven otvorem pro automatické vypuštění, kdy plyn z airbagu je vypuštěn do kabiny. (13)

Obrázek 3 Airbag řidiče



Zdroj: <https://www.autorevue.cz/airbag-zachranuje-zivoty-jiz-45-let-vite-jake-druhy-existuji>

4.8.2. Airbag spolujezdce

Airbag spolujezdce (vpravo na obrázku 4) je umístěný před spolujezdcem v přístrojové desce nad odkládacím otvorem či dvířky. Ihned po aktivaci tento airbagu roztrhne předem určená zeslabená místa, opře se o čelní sklo automobilu a rozbálí se do prostoru před spolujezdcem. (13)

Obrázek 4 Airbag spolujezdce



Zdroj: <https://www.dezeroacem.com.br/2013/12/governo-federal-por-favor-nao-adie-a-obrigatoriedade-de-abs-e-airbag-nos-carros-nacionais/>

Tento airbag je zpravidla nejobjemnějším airbagem ve vozidle (Obrázek 5). (13)

Pro automatické vypuštění airbagu je zde, stejně jako u řidičova, otvor pro vypuštění plnicího plynu do kabiny posádky, po jeho úplném nafouknutí. (13)

Obrázek 5 Airbag spolujezdce-boční pohled



Zdroj: <https://zpravy.aktualne.cz/airbag-spolujezdce/r~1fadce74329211e3bd2b0025900fea04/r~677394aa329211e38466002590604f2e/>

4.8.3. Boční airbag

Boční airbagy jsou uloženy v opěradle předního sedadla na straně u dveří cestujícího (Obrázek 6). V případě zadních sedadel jsou airbagy uloženy v bočním polstrování kolem C-sloupku hned vedle dveří (Obrázek 7). V případě nárazu se airbagy vybalí podél dveří, mezi dveře a cestujícího. (13)

Obrázek 6 Boční airbag spolujezdce



Zdroj: <https://www.auto-horejsek.cz/bocni-airbagy-skoda-octavia-combi>

Obrázek 7 Boční airbag pro posádku na zadních sedadlech



Zdroj: <https://www.auto-horejsek.cz/bezpecnostni-systemy-skoda-kamiiq-scoutline/>

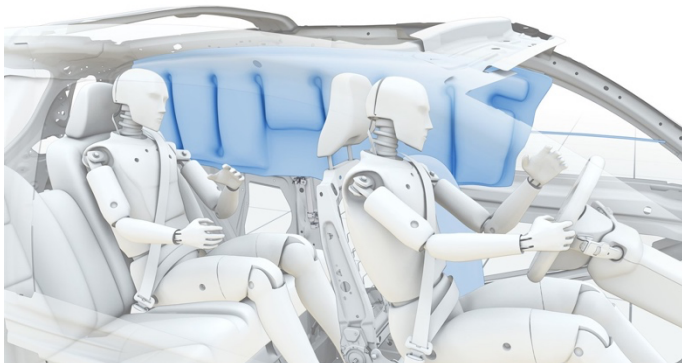
4.8.4. Hlavový airbag

Hlavový airbag (Obrázek 8) je určený pro cestující sedící za sebou vpředu i vzadu společně. Airbag je umístěný ve stropě vozidla hned vedle končících oken. (13)

Tento airbag není opatřen výpustným otvorem. Aby bylo zamezeno úniku plnicích plynů z vaku, je vak opatřen silikonovou vrstvou na vnitřní straně. (13)

Svojí polohou hlavový airbag chrání hlavu a krk cestujícího při bočním nárazu. (13)

Obrázek 6 Hlavový airbag



Zdroj: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/hlavovy-airbag/>

4.8.5. Kolenní airbag

„Modul kolenního airbagu je umístěn pod přístrojovou deskou. V případě nárazu zabraňuje kontaktu dolních končetin s díly přístrojové desky a tvrdými strukturami pod přístrojovou deskou, případně klíčkem zapalování, sloupkem volantu a dalšími součástkami vozidla. Kolenní airbag dále zabraňuje podklouznutí těla směrem pod přístrojovou desku. Tím zajišťuje lepší funkci ostatních zádržných systémů.

Styčná plocha kolen s vakem airbagu je minimální a tloušťka airbagu, který se rozbaluje směrem vzhůru podél přístrojové desky (Obrázek 9), nemůže být velká, proto se na rozdíl od čelních a bočních airbagů, kolenní airbag nevyfukuje, je tedy výrazně tvrdší.

Aby se zabránilo úniku plynu z vaku airbagu, je vnitřní strana kolenního airbagu potažená vrstvou silikonu, stejně jako je tomu u hlavového airbagu.“ (13)

Obrázek 7 Kolenní airbag



Zdroj: <https://www.autolexicon.net/cs/?s=kolenn%C3%AD+airbag>

4.8.6. Airbag v zadním bezpečnostním pásu

Airbag v bezpečnostním pásu (Obrázek 10) na zadních sedadlech vozidla je určený k tomu, že v případě nárazu je plocha, o kterou se tělo zapře pětikrát větší než u standardního bezpečnostního pásu a tím pádem je mnohem nižší riziko zranění od pásu. (14)

Tento druh airbagu chrání před poraněním hrudníku v případě, že dojde k čelnímu střetu. Výrazně nižší riziko poranění přináší zejména u dětí a starších osob. (14)

Pokud dojde ke kolizi, pás se několikanásobně zvětší, díky nafouknutí. Může tak lépe zachytit pasažéra a nevyvíjí při tom tak vysoký nápor na trup těla. Pás je naplněn plynem, který je uložen pod sedadlem a v případě kolize je napuštěn do poskládaného pásu připomínající harmoniku. Ke kompletnímu naplnění pásu dojde zhruba za 40 ms. (14)

Díky nízké teplotě uskladněného plynu je teplota pásu po napuštění zhruba rovna teplotě pokojové. To je hlavní rozdíl oproti standardnímu airbagu, kde se plyn tvoří díky explozi a doprovází ho vysoké teploty. (14)

Obrázek 8 Airbag v zadním bezpečnostním pásu



Zdroj: <https://www.auto.cz/galerie/bezpecnost/4266/ford-airbag-v-bezpecnostnim-pasu-zlepsiochranu-cestujicich-na-zadnich-sedadlech?foto=2>

4.8.7. Airbag pro chodce

Airbag pro chodce (Obrázek 11) je určen pro ochranu chodců, kdy již dojde ke střetu a hrozí kontakt s kapotou či oblastí, kde se nacházejí stěrače a hrozí zde závažné zranění hlavy chodce.

Řídící jednotka vyhodnocuje signály nárazových čidel na přídi vozu a pokud dojde k vyhodnocení, že se jedná o nohy člověka nebo jiné signály naznačující přítomnost osoby, tak dojde k výstřelu airbagu pro chodce. (15)

Zadní část kapoty, která přiléhá k čelnímu sklu se uvolní pomocí pyrotechnického uvolňovacího systému, který uvolní čepy a tím pohyb kapoty. Souběžně se vystřelí airbag pomocí plnicího plynu. Ten se začne rozbalovat a zároveň i nadzvedávat kapotu, pod kterou je umístěn. Kapota je zvednuta asi o deset centimetrů a tuto polohu již zachovává. V této poloze kapota dokáže lépe utlmit náraz těla chodce. Zároveň airbag chrání chodce před nárazem do čelního skla, přes které se rozbalí asi do jedné třetiny a změkčí tím náraz těla. (15)

Celý tento proces se dokončí během několika setin sekundy. (15)

Tento systém je aktivní při rychlosti od 20 do 50 km/h, kdy dochází k největšímu procentu srážek automobilu s chodcem. (15)

Obrázek 11 Airbag pro chodce



Zdroj: <https://www.ahaonline.cz/clanek/musite-vedet/72160/vyvinuli-airbag-pro-chodce-navic-Obrázek 22 Vysokorychlostní kamera>

4.8.8. Středový airbag

Středový airbag (Obrázek 12) je určen k ochraně posádky před střetem hlavou či končetinami mezi sebou. Díky tomuto druhu airbagu se tak eliminuje riziko, že by se navzájem poranili členové posádky. (16)

Tento airbag je uložen v opěradle sedadla řidiče na vnitřní straně a rozvinuje se nahoru a dopředu mezi řidiče a spolujezdce. (16)

Obrázek 12 Středový airbag



Zdroj: <https://www.thedetroitbureau.com/2011/09/gm-introduces-worlds-first-front-center-airbag/>

4.8.9. Hlavový airbag pro zadní okno

Airbag na zadním okně (Obrázek 13) je určen k zabezpečení hlavy cestujících na zadním sedadle v případě nárazu zezadu. (14)

Airbag je navržený tak, aby obklopil opěrky hlavy a zcela tak utěsnil otvor vedoucí k zadnímu oknu. Tím chrání před veškerými předměty přicházející vlivem nárazu zezadu a s nimi i zranění jimi způsobenými. (14)

Obrázek 13 Hlavový airbag pro zadní okno



Zdroj: <https://autoroad.cz/cesky-trh/28137-toyota-vyvinula-hlavovy-airbag-pro-zadni-okno>

4.8.10. Motocyklový airbag

Motocyklový airbag je hodně podobný airbagu řidiče (Obrázek 14). Je určen k absorpci kinetické energie řidiče a má za snahu co nejvíce omezit zranění z důsledku nárazu. (12)

Airbag se nafukuje přibližně po dobu 15ms a dostává signál od čtyř čidel nárazu připevněných na přední vidlici. (12)

Obrázek 14 Motocyklový airbag



Zdroj: <https://www.motorkari.cz/clanky/moto-novinky/motocyklovy-airbag-ktery-z-vas-udela-hot-dog-40922.html>

4.8.11. Motocyklový airbag v chrániči páteře

Airbag, který je přímo integrovaný v chrániči páteře je ovládán třemi čidly zrychlení a dvěma gyroskopy, které díky dlouhému sběru dat a vývoji jsou schopny vyhodnotit pád jezdce (Obrázek 15). (17)

Během 15 ms dokáže systém vyhodnotit pád a zároveň aktivovat airbag. Airbag i generátor plnicího plynu je uložen v samotném chrániči. Při spuštění se airbag naplní čtyřmi litry vzduchu. (17)

Tento airbag snižuje náraz až o 85 % a snižují tak riziko vážného poranění jezdce. (17)

Obrázek 15 Motocyklový airbag v chrániči páteře



Zdroj: https://www.idnes.cz/auto/motorky/na-motorce-jde-o-krk-jen-helma-k-ochrane-nestaci.A110907_135135_motorky_fdv

4.9. Plynové generátory

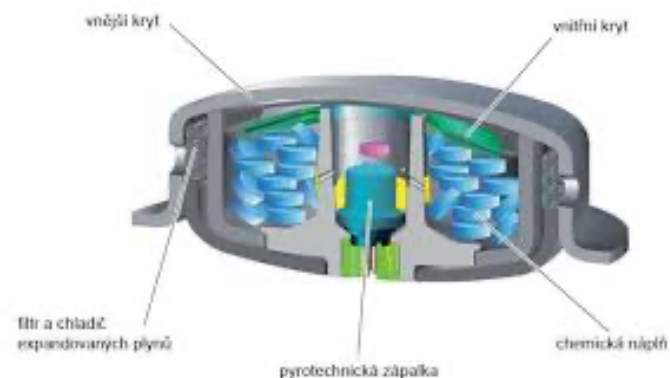
Plynové generátory jsou pomocné systémy airbagu, které slouží jako zdroj plynu pro nafouknutí airbagu. Lze je dělit dle různých způsobů poskytování plynu.

4.9.1. Plynový generátor s pyrotechnickou zápalkou

Ve chvíli, kdy airbag dostane od řídicí jednotky signál, že došlo k nárazu a dojde k aktivaci airbagu, dochází k vznícení odpalovací pyrotechnické zápalky (Obrázek 16). Díky tomu dojde ke vzniku menší dávky plynu, která naruší vnitřní konstrukci generátoru plynu a začne pronikat skrze otvory v konstrukci generátoru a zároveň mezerou mezi vnitřní výplní a vnějším obalem do oblasti, kde je uložena chemická náplň. Zde dojde k hlavní reakci, a za vysokého tlaku a teploty, k hlavní tvorbě plynové náplně airbagu. Plyn poté prochází chladičem a filtrem, který je konstruován z kovových vláken, který je zde určen především. (13)

Pro zamezení pohybu pevných částí vzniklých při chemické reakci. Následně plyn prochází do polyamidového vaku a dochází k nafouknutí airbagu. (13)

Obrázek 16 Plynový generátor s pyrotechnickou zápalkou



Zdroj: <https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/25435/bpairbagymichalchrtek.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

4.9.2. Hybridní plynový generátor

V okamžiku, kdy dojde k aktivaci airbagu řídicí jednotkou se vznítí zápalka airbagu (Obrázek 17) a dojde k aktivaci pevného paliva, sloužícího pro tvorbu plynu. Po přesáhnutí určité hranice tlaku dojde k protržení kotouče, k tomu určeného dutým pístem. Plyn v tu chvíli začne proudit do spalovací komory, kde se zahřívá a zvyšuje svůj objem. Po navýšení objemu plní vak airbagu a dochází k jeho nafouknutí. (13)

Tento typ generátoru je nejčastěji používán v airbagu pro spolujezdce, v airbaziích určených k ochraně spodních končetin a v airbagu hlavovém. (13)

Obrázek 17 Hybridní plynový generátor



Zdroj: <https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/25435/bpairbagymichalchrtek.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

4.9.3. Plynový generátor

Plynový generátor na rozdíl od dvou předchozích obsahuje pouze nádobu se stlačeným plynem obsahující helium a argon. Tento plyn je připravený k okamžitému použití. V případě nárazu a signálu od řídicí jednotky je stlačený plyn uvolněn a vpuštěn do vaku airbagu pasažéra. (13)

Tento typ generátoru je používán například pro hlavový airbag nebo pro airbagy integrované v pásech. (13)

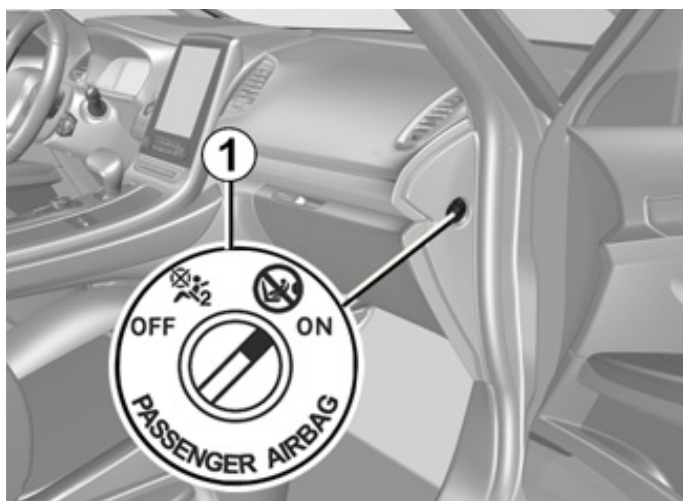
4.10. Další zařízení systému airbagů

Ke správnému fungování airbagů je nutné spolu použití dalších podpůrných systémů, které zajišťují bezpečí posádky ve vozidle.

4.10.1. Deaktivace airbagu

Toto zařízení (Obrázek 18) slouží zejména pro deaktivaci čelního airbagu spolujezdce, umístěného v přístrojové desce. Deaktivace airbagu je určena například pro použití dětské sedačky na sedadle spolujezdce. V této situaci je aktivace airbagu nežádoucí, protože by mohlo hrozit zranění dítěte v případě výstřelu airbagu. Vypnutí airbagu spolujezdce je signalizováno svítící kontrolkou, informující o jeho vnutí. (13)

Obrázek 18 Deaktivace airbagu



Zdroj: <https://cz.e-guide.renault.com/csy/Espace-5-ph2/BEZPECNOST-DETI-deaktivace-aktivace-airbagu-predniho-spolujezdce-airbag>

4.10.2. Předepínač bezpečnostních pásů

Předepínač bezpečnostních pásů je zařízení, které je používáno z důvodu prudkého pohybu těla kupředu v případě čelního střetu. I přes to, že je pasažér správně připoután bezpečnostním pásem, je zde vůle vznikající v cívce navíjející pás, dále vzniká vůle způsobená oblečením pasažéra. K vymezení těchto vůlí a zároveň zbrzdění pohybu pasažéra slouží právě předepínač bezpečnostních pásů. V případě kolize předepínač napne bezpečnostní pás. Signál k předepnutí pásu dostává od řídicí jednotky, pokud jednotka vyhodnotí náraz. Pokud dostane signál, aktivuje pyropatronu, vznikající plyn rozpohybuje systém kuliček uvnitř předepínače a ty začnou pootáčet ozubeným kolem. Otáčením ozubeného kola je poháněn buben, který následně předepne bezpečnostní pás. (13)

4.10.3. Posuvný sloupek řízení

Posuvný sloupek řízení slouží jako další bezpečnostní prvek pasivní bezpečnosti, v použití spolu s airbagy. V případě nárazu je čelní airbag řidiče ve volantu vystřelen. Tělo pasažéra se zapře do airbagu a ten tlačí na sloupek řízení. Aby se snížilo riziko zranění o volant, je sloupek konstruovaný tak, aby se v moment zapření řidiče zasunul a zvětšil tak prostor pro řidiče a zároveň umožnil zádržným systémům, aby mohly brzdit tělo po delší dráze. (13)

4.11. eCall

Pojem eCall označuje funkci automatického tísňového volání na území Evropské unie. V moment nehody je díky této funkci vozidlo schopné samostatně vytočit a zavolat na nejbližší tísňové středisko. Pro případ, že by posádka z důvodu nehody padla do bezvědomí, je tato funkce vybavena schopností odeslat minimální soubor informací o nehodě tzv. Minimum Set of Data. V souboru je obsažena aktuální poloha vozidla, informace o čase, směr jízdy vozidla, počet lidí a na palubě a také VIN kód vozidla. Služba má fungovat pro rychlé a efektivní přivolání pomoci v co nejkratším možném čase od vzniku dopravní nehody. Z pravidla trvá odeslání zprávy o nehodě 17 sekund a poté jsou cestující z havarovaného vozidla propojeni s mezinárodní tísňovou linkou pomoci 112. (18)

To stejné volání o pomoc lze také aktivovat tlačítkem určeným k tomu, které je zpravidla umístěno nad hlavami řidiče a spolujezdce ve střední části vozidla. Obvykle je tlačítko označováno zkratkou SOS. (18)

Celá soustava systému pro funkci eCall je složena z palubní jednotky, která slouží k zaznamenávání dat, mobilního telekomunikačního zařízení a centra tísňového volání. (19)

Podle rozhodnutí Evropského parlamentu z roku 2015 a také dle Ministerstva dopravy ČR bude ve vozidlech vyrobených po dubnu roku 2018 povinnost umisťovat službu eCall do každého automobilu. (19)

5. Praktická část práce

Praktická část práce se týká testování funkčnosti a také průběhu výstřelu airbagů. V následujících kapitolách je rozebrán do detailu kompletní proces měření.

5.1. Podstata měření

Testování bylo zaměřeno na zaznamenání průběhu výstřelu airbagů řidiče, používaných ve volantu, u vybraných modelů automobilů, pomocí vysokorychlostní kamery a následné vyhodnocení a porovnání výsledků.

5.2. Použité airbagy

Pro testování byly zvoleny airbagy tří odlišných značek. Všechny airbagy byly vybrány tak, aby modely automobilů, do kterých byly používány byly vyráběny ve stejném období a byla zde možnost porovnání průběhu výstřelu airbagů jednotlivých značek.

První testovaný airbag (Obrázek 19), který byl používán u značky Škoda v modelu Octavia první generace před faceliftem. Tento model byl vyráběn v letech od 1996 až do 2001.

Obrázek 19 Řidičův airbag Škoda



Zdroj: <https://www.sbazar.cz/Najstroj/detail/125849378-airbag-skoda-octavia-1>

Druhý testovaný airbag (Obrázek 20) byl montován do vozidel Ford Fiesta páté generace, který se vyráběl v období od roku 2002 do roku 2008

Obrázek 20 Řidičův airbag Ford



Zdroj: https://www.xdalys.lt/en/fiesta-mk5-v-air-bag-pillow-air-bag-drivers-6s6a-a042b85_air-bags

Třetí testovaný airbag (Obrázek 21) byl z vozu BMW řady 3, konkrétně předfaceliftové verze modelu e46 bez nadstandardní výbavy M-paket. Tento model byl vyráběn v letech 1998-2001.

Obrázek 21 Řidičův airbag BMW



Zdroj: <https://www.sbazar.cz/karto444/detail/109014275-bmw-3-e46-airbag-ridice>

5.3. Použitá technika pro měření

Pro měření byla použita vysokorychlostní kamera IX Cameras i-SPEED 221 spolu s objektivem, který umožňuje nastavení ohniskové vzdálenosti (Obrázek 22).

Obrázek 22 Vysokorychlostní kamera

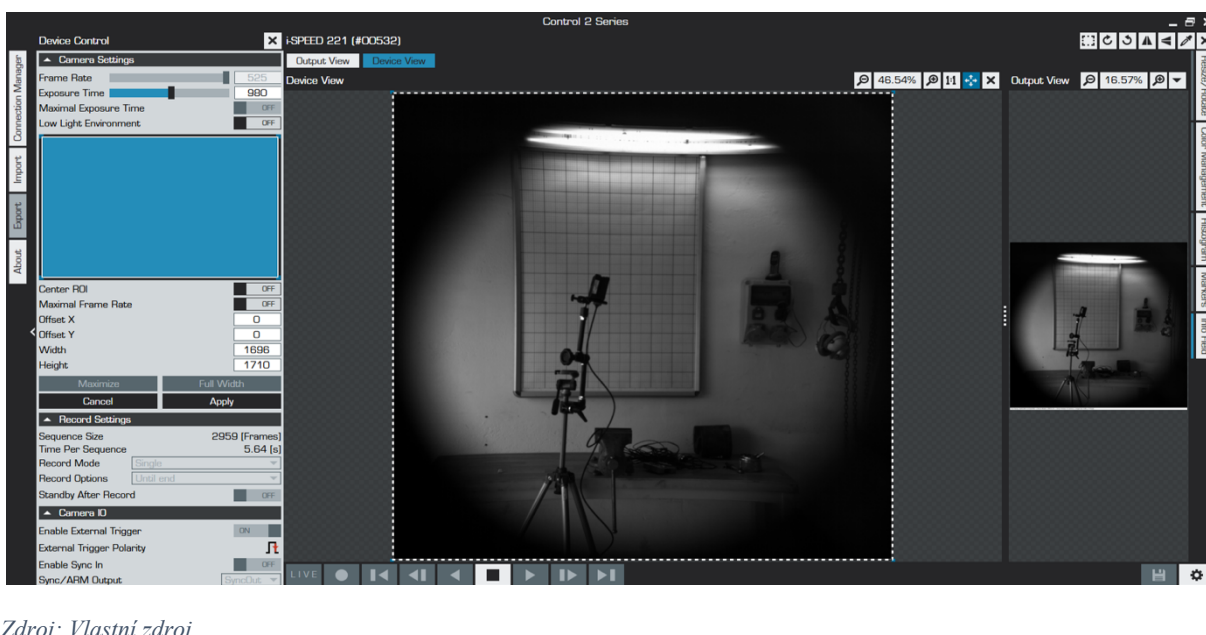


Zdroj: Vlastní zdroj

Kamera byla připojena kabelem RJ45 k počítači Lenovo ThinkPad E15, do kterého se ukládala veškerá data měření pomocí softwaru Control 2 Series, dodávaného s kamerou.

V softwarové části (Obrázek 23) je možno nastavit parametry rozlišení, FPS (počet snímků za sekundu), Expozice, Adjust ROI (požadovaný výřez záběru kamery).

Obrázek 23 Prostředí programu Control 2 Series



Zdroj: Vlastní zdroj

Dále je možnost nastavení podle histogramu. V neposlední řadě je zde možnost nastavení parametrů zobrazovaných ve spodní liště záběru kamery.

Pro dostatečné osvětlení sledovaného prostředí byly použity externí led světlomety GSVITEC Risk Group 2 (Obrázek 24).

Obrázek 24 Externí osvětlení



Zdroj: Vlastní zdroj

Součástí světel je více variant čoček, pro ideální nasvětlení objektu, MultiLED QT Lens Set, konkrétně možnosti 15, 30, 50, 60 (Obrázek 25). Světla obsahují jeden chladič a dva ventilátory pro udržení požadované teploty a zamezení přehřátí během svícení.

Obrázek 25 Přídavné čočky světel



Zdroj: Vlastní zdroj

Světla byla pomocí UTP kabelu zapojena do centrálního řídicího panelu pro ovládání světel značky GSVITEC konkrétně model MultiLED G8 (obrázek 26). Řídicí panel sloužil k regulaci intenzity svícení a kontrole teploty jednotlivých světel.

Obrázek 26 Ovládací panel



Zdroj: Vlastní zdroj

5.4. Příprava

Pracoviště bylo nutné připravit tak, aby byly ideální světelné podmínky, nastavená měřicí technika a upevněné testované airbagy.

5.4.1. Příprava pracoviště a testovaných předmětů

Jednotlivé airbagy byly uchyceny do velkého pracovního svěráku, připevněného k masivnímu stolu.

U testovaných airbagů značky Škoda a Ford byl použit k uchycení airbagu originální volant, který byl ke svěráku připevněn pomocí velkého šroubu provlečeného otvorem pro volantovou tyč a zajištěný dvěma maticemi utažených proti sobě. V případě airbagu z BMW byla vyrobena speciální kovová konzole, do které byl airbag přišroubován pomocí dvou originálních připevňovacích šroubů, které sloužily k uchycení do původního volantu.

Vše bylo umístěno tak, aby nehrozilo uvolnění airbagu a zamezilo se tak jakémukoliv pohybu těla airbagu pro přesnost měření. (Obrázek 27)

Obrázek 27 Připravené pracoviště



Zdroj: Vlastní zdroj

5.4.2. Nastavení měřící techniky

Prostor, ve kterém byl umístěn testovaný airbag, byl nasvícen ze všech stran pro detailní přesnost při odečítání hodnot měření. Byly použity dva světlomety, které nasvětlovaly airbag z obou stran. Levý byl umístěn do nižší polohy pro nasvětlení airbagu z nižších úhlů (Obrázek 27). U tohoto světlomety byly použity čočky 15 stupňů a svítil intenzitou 36 %. Právý světlomet byl umístěn tak, aby nasvětloval airbag z vyšších úhlů a zároveň oblast, ve které se bude nacházet nafouknutý airbag po výstřelu (Obrázek 27) a zde byly pro ideální nasvícení použity čočky 30 stupňů. Toto světlo svítilo s intenzitou 100 %.

Kamera byla umístěna přímo proti testovanému airbagu. Pomocí vodováhy byla nalezená vodorovná poloha a zaaretována pomocí přípravků na stativu. Byla nastavena ideální ohnisková vzdálenost a obraz zaostřen.

Pomocí softwaru bylo na kameře nastaveno rozlišení 976x1420px. Počet snímků za sekundu byl zvolen na 1000. Vše bylo zaznamenáváno v monochromatickém režimu. Podle histogramu byly nastaveny ideální světelné podmínky pro záběr.

5.4.3. Prostředí pro měření

Měření bylo prováděno v prostorné hale za úplného bezvětří a stálé teploty. Vše probíhalo za denního světla s podporou přídatných osvětlení.

Veškerá obsluha byla prováděna z bezpečné vzdálenosti pro případ selhání uchycení airbagu.

V pozadí byl umístěn rastr s bílým podkladem a černými čarami s mezerami 1 cm, díky kterému je možné následné zpracování výsledků z průběhu výstřelu.

5.5. Postup měření

Testování bylo prováděno vždy na dvou stejných typech airbagů pro tři různé modely. Bylo provedeno šest samostatných měření.

Nejprve byl airbag připevněn ve stabilní pozici pro odpal. Světla byla umístěna do požadované polohy a nastaveny parametry tak, aby byl prostor ideálně nasvícen ze všech stran a úhlů. Následně byla připravena kamera ve vodorovné poloze a nastaveny veškeré požadované parametry.

Pro odpal airbagu byl vyroben jednoduchý systém se spínačem a signalizačním světlem, který byl připojený na 12 V autobaterii. V momentě sepnutí spínače se rozsvítila signalizace a airbag byl odpálen.

Celý průběh nafukování airbagu byl zaznamenáván na vysokorychlostní kameru a zobrazován na počítači. Po úspěšném odpálení a zaznamenání průběhu byl požadovaný záznam vyexportován ve formátu .avi a také v po sobě jdoucích jednotlivých snímcích .jpg.

6. Výsledky a diskuse

Pro podrobné zhodnocení hodnot bylo nutné veškeré naměřené hodnoty porovnat s požadovanými hodnotami a zhodnotit úspěšnost experimentu.

6.1. Vyhodnocení výsledků

Pro vyhodnocení výsledků bylo využito jednotlivých snímků průběhu nafukování airbagu, které byly pořizovány jednou za jednu tisícinu sekundy. Byly pozorovány tři základní parametry průběhu výstřelů airbagů. Prvním z nich byl počátek zážehu, což symbolizovala led dioda, která se v daný moment rozsvítila (Obrázek 28). Druhým sledovaným okamžikem byl moment počátku výstřelu airbagu (Obrázek 29), kde také byla sledována prodleva mezi počátkem zážehu a počátkem výstřelu airbagu. Třetím sledovaným okamžikem byl ten, kdy došlo k plnému nafouknutí airbagu (Obrázek 30) a také byla sledována prodleva mezi počátkem nafukování a plným nafouknutím.

K zjištěním jednotlivých časových rozdílů mezi těmito třemi okamžiky sloužilo sčítání počtu pořizovaných snímků mezi jednotlivými okamžiky. Vzhledem k tomu, že jeden snímek symbolizuje jednu tisícinu sekundy, stačilo sečíst počet snímků a díky tomu byla zjištěna doba mezi jednotlivými okamžiky v jednotkách tisícin sekundy.

První zkoumanou dvojicí airbagů byly z vozidel značky Škoda.

U prvního z dvou stejných testovaných airbagů se led dioda, signalizující počátek zážehu, rozsvítila na snímku číslo 14, což bylo považováno za čas nula. Počátek výstřelu nastal na snímku číslo 17. Z toho vyplývá, že doba zážehu trvala 3 ms. K úplnému nafouknutí airbagu došlo na snímku číslo 41. Doba nafukování airbagu tedy byla vypočítána na 25 ms. Celková doba nafouknutí airbagu tedy činila 28 ms.

U druhého airbagu se bohužel z neznámého důvodu nerozsvítila dioda signalizující zážeh. Nebylo tedy pro druhý airbag možno stanovit dobu zážehu. K počátku nafukování airbagu došlo na snímku číslo 275. K úplnému nafouknutí airbagu došlo na snímku číslo 304. doba nafukování airbagu byla tedy stanovena na 29 ms. Celkovou dobu, včetně doby zážehu, však nebylo možné z důvodu chyby stanovit.

Druhou zkoumanou dvojicí airbagů byly airbasy montované do vozidel značky Ford.

Pro první airbag z této dvojice, který byl testován, byla signalizace zážehu led diodou zachycena na snímku číslo 63. K počátku nafukování airbagu došlo poté na snímku číslo 69. Doba zážehu tedy činila 6 ms. K plnému nafouknutí došlo na snímku číslo 114. Z toho bylo vypočítáno, že doba nafukování airbagu trvala 45 ms. Celková doba po sečtení doby zážehu a doby nafouknutí airbagu tedy činila 51 ms.

Druhý airbag měl počátek zážehu zachycen na snímku číslo 67. K počátku nafukování airbagu došlo na snímku číslo 72. Doba zážehu trvala 5 ms. K plnému nafouknutí airbagu došlo na snímku číslo 108. Doba nafukování byla 36 ms. Celková doba nafouknutí airbagu trvala 41 ms.

Třetí testovanou dvojicí airbagů byly airbasy z vozidel značky BMW.

U prvního airbagu došlo k zážehu na snímku číslo 73. K počátku nafukování airbagu došlo na snímku číslo 78. Doba zážehu trvala 5 ms. K plnému nafouknutí airbagu došlo na snímku číslo 120. Z toho plyne, že doba od počátku nafukování k jeho úplnému nafouknutí činila 42 ms. Celková doba vystřelení airbagu pak činila 47 ms.

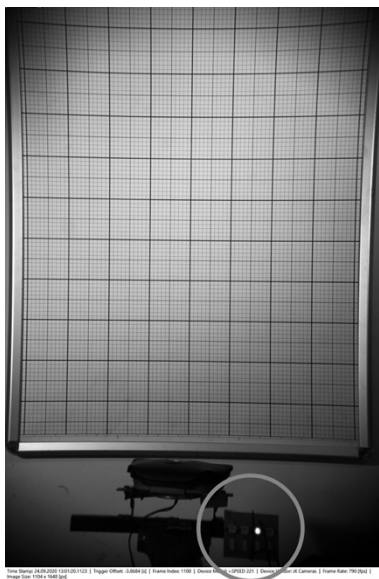
Pro druhý airbag nastal počátek zážehu ve snímku číslo 72. K počátku nafukování došlo na snímku číslo 76. Doba zážehu tedy činila 4 ms. K plnému nafouknutí došlo na snímku číslo 100. Doba nafukování tak byla vypočítána na 24 ms. Celková doba výstřelu po součtu obou úseků byla 28 ms.

Tabulka 1 Naměřené a vypočtené hodnoty

Značka vozidla	Airbag číslo	Počátek zážehu [číslo snímku]	Počátek nafukování [číslo snímku]	Plné nafouknutí [číslo snímku]	doba zážehu [ms]	doba nafukování airbagu [ms]	celková doba výstřelu [ms]
Škoda	1	14	17	41	3	24	27
Škoda	2	x	275	304	x	29	x
Ford	1	63	69	114	6	45	51
Ford	2	67	72	108	5	36	41
BMW	1	73	78	120	5	42	47
BMW	2	72	76	100	4	24	28

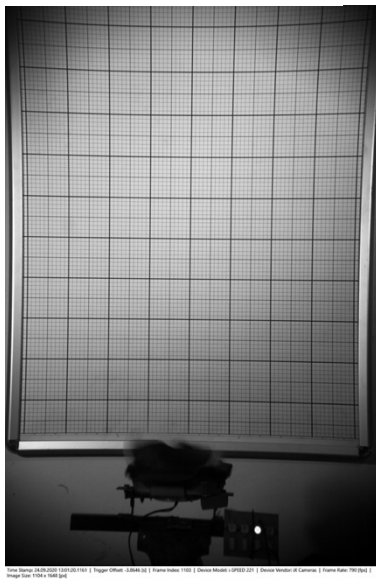
Zdroj: Vlastní zdroj

Obrázek 28 Signalizace počátku zážehu pro výstřel airbagu



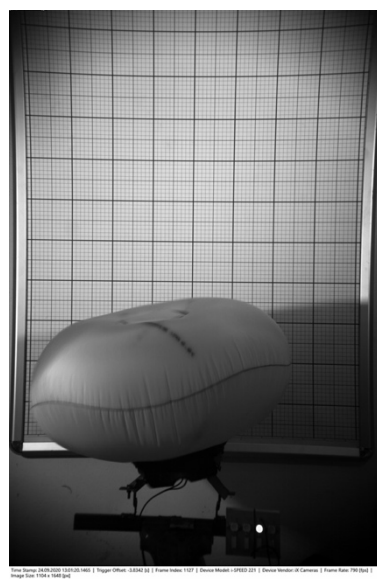
Zdroj: Vlastní zdroj

Obrázek 29 Počátek výstřelu airbagu



Zdroj: Vlastní zdroj

Obrázek 30 Plně nafouknutý airbag



Zdroj: Vlastní zdroj

6.2. Porovnání výsledků

Pro porovnání výsledků byly stěžejní hodnoty doby celkových výstřelů jednotlivých airbagů. Byly porovnávány s požadovanou dobou výstřelu, která je stanovena na 30 ms. A zároveň byly porovnávány mezi sebou rychlosti výstřelů airbagů, užívaných v jednotlivých automobilkách pro dané vozy s testovanými typy airbagů.

První testovanou skupinou airbagů byly airbasy užívané ve vozidlech škoda Octavia první generace.

Prvním testovaný airbag při testování dosáhl doby celkového výstřelu 27 ms.

Druhý testovaný airbag bohužel v tomto srovnání nemohl být zařazen z důvodu chyby při měření a následné možnosti zkreslení výsledků, protože nebylo možné změřit dobu zážehu a následně také stanovit celkovou dobu výstřelu.

Druhá byla testována skupina airbagů, užívaná ve vozidlech Ford Fiesta páté generace.

První airbag, který podlehl testování, dosáhl celkové doby výstřelu 51 ms.

Druhý airbag z této skupiny dosáhl doby celkového výstřelu rovny 41 ms

Poslední testovaná dvojice airbagů pocházela z vozidel značky BMW třetí řady, generace e46.

Pro první airbag byla doba celkového výstřelu naměřena na 47 ms.

Druhý airbag, který byl testovaný, dosáhl celkové doby výstřelu rovny 28 ms.

Pro porovnání testovaných airbagů mezi sebou byly zvoleny lepší výsledky z dané dvojice pro celkovou dobu výstřelu. Pro airbasy montované do vozidel Škoda to byla hodnota 27 ms, pro airbasy montované do vozidel Ford to byla hodnota 41 ms a pro airbasy montované do vozidel BMW to byla hodnota 28 ms.

Z tohoto porovnání vyplynulo, že z testovaných vzorků jednotlivých airbagů vyšly nejlepší hodnoty pro airbag vozidel značky Škoda s dobou celkového výstřelu 27 ms. Druhé nejlepší hodnoty dosáhl airbag z vozidel značky BMW s dobou celkového výstřelu 28 ms. Nejhorších hodnot dosáhly airbasy vozidel značky Ford, které měly nejrychlejší dobu celkového výstřelu 41 ms.

6.3. Vyhodnocení experimentu

Funkčnost všech jednotlivých airbagů byla při testování prokázána a nenastala situace, že by některý z testovaných airbagů byl vadný a nepodařilo se jej odpálit.

Při testování airbagů pro vozidla značky Škoda bylo možné nezaujatě zhodnotit pouze jeden z testovaných airbagů, z důvodu chyby při měření. První airbag, u kterého měření proběhlo bez problému, dosáhl celkové doby výstřelu 27 ms. Tato doba splňuje požadavek na maximální dobu trvání 30 ms.

Pro airbasy vozidel značky Ford byly naměřeny doby celkového výstřelu na 51 ms. Tato doba je již nad požadovanou hodnotou 30 ms. Požadovanou hodnotu 30 ms přesáhl o 21 ms. Následně pro druhý airbag byla naměřena hodnota 41 ms. Což také nesplňuje požadavek doby trvání výstřelu 30 ms. Požadovanou dobu výstřelu přesáhl o 11 ms.

Airbasy třetí skupiny, které byly používány pro vozidla značky BMW dosáhly hodnot, pro první airbag celkovou dobu výstřelu rovnu 47 ms. Tato doba již nesplňuje kritérium maximální doby 30 ms a přesahuje jí o 17 ms. Pro druhý airbag celkovou dobu výstřelu rovnu 28 ms. Tato hodnota splňuje požadavek maximální celkové doby výstřelu 30 ms.

Pro přehlednost jsou v následující tabulce zeleně označeny hodnoty splňující požadovaná kritéria a červeně jsou označeny hodnoty, které požadovaná kritéria nesplňují.

Tabulka 2 Naměřené a vypočtené hodnoty s označenými výsledky

Značka vozidla	Airbag číslo	Počátek zážehu [číslo snímku]	Počátek nafukování [číslo snímku]	Plné nafouknutí [číslo snímku]	doba zážehu [ms]	doba nafukování airbagu [ms]	celková doba výstřelu [ms]
Škoda	1	14	17	41	3	24	27
Škoda	2	x	275	304	x	29	x
Ford	1	63	69	114	6	45	51
Ford	2	67	72	108	5	36	41
BMW	1	73	78	120	5	42	47
BMW	2	72	76	100	4	24	28

Zdroj: Vlastní zdroj

7. Závěr

Aktivní a pasivní bezpečnost vozidel je stále větším tématem současnosti. Protože stále stoupá počet automobilů na pozemních komunikacích, roste také riziko nehody. S tím souvisí i rostoucí tlak na výrobce automobilů, aby zvyšovali své standardy v bezpečnosti vozidel. Všechny aktivní i pasivní bezpečnostní prvky utvářejí celek, který slouží k ochraně cestujících. S rostoucím vývojem také stoupá inteligence automatických systémů nebo účinnost prvků, které snižují následky nehody. Všechny tyto stoupající trendy jsou pozitivním dopadem vývoje konstruktérů, kteří stále posouvají bezpečnost vozidel na vyšší a vyšší úroveň.

Tato práce shrnuje jak poznatky o aktivních prvcích bezpečnosti, tak i o prvcích pasivní bezpečnosti. Z vývoje prvků aktivní bezpečnosti se dá lehko usuzovat, že vývojový trend směřuje k plně autonomnímu řízení. Cílem takového módu je, aby veškerou kontrolu nad vozidlem převzal počítač a eliminovalo se tak riziko lidské chyby. Tyto systémy jsou však v dnešní době stále ve fázi vývoje či testovacích verzí. V současnosti je již řada systémů, které řidiči usnadňují práci, případně ho chrání před chybou. Takové systémy jsou například: hlídání jízdních pruhů, automatické krizové brzdění a další. Je však nutné mít stále na vědomí, že tyto systémy jsou pouze pro minimalizaci chyby řidiče, nikoliv, aby řidiče nahrazovaly. Nevýhodou těchto systémů je také zatím jejich vyšší pořizovací cena, která je způsobena nákladným vývojem.

Prvky pasivní bezpečnosti se využívají ve vozidlech mnohem delší dobu než prvky aktivní bezpečnosti. V dnešní době je již zcela automatické a normální, že tyto prvky se ve vozidlech nachází a nejedná se o nadstandardní výbavu. Jedná se o základ, kterým musí být vybaveno každé vozidlo již řadu let. Mezi dva stavební kameny těchto pasivních bezpečnostních prvků patří bezesporu airbag a bezpečnostní pás. Nejsou to jediné prvky pasivní bezpečnosti, ale jsou považovány za jedny z nejzásadnějších. Je nutné říci, že i tyto prvky dosahují své úplné efektivitu pouze, pokud jsou správně využívány. Například, pokud posádka automobilu nebude používat bezpečnostní pás, tak fungování airbagu může být pro až kontraproduktivní, protože airbag sám může, díky nekontrolovanému pohybu těla posádky, způsobit poranění.

Cílem bakalářské práce bylo otestovat a zanalyzovat fungování airbagů řidiče tří značek, Škoda, Ford a BMW. Byly zaznamenány a následně vypočítány doby zážehu a nafouknutí airbagu. Výsledné hodnoty byly porovnány s požadovanými časy, které udává literatura a také byly

srovnávány hodnoty jednotlivých airbagů mezi sebou. Při testování se nestalo, že by byl nějaký airbag vadný a všechny se podařilo úspěšně odpálit.

Pro jeden airbag z vozidel značky Škoda nebylo možné změřit dobu zážehu z důvodu chyby signalizačního světla a z toho důvodu nebylo možné určit celkovou dobu výstřelu.

U dvou airbagů vozidel značky Ford a jednoho značky vozidel BMW byla celková doba výstřelu vyšší než zvolené kritérium 30 ms. Pouze dva hodnocené airbasy, jeden z vozidel značky BMW a jeden značky Škoda, toto kritérium splnily.

8. Seznam použitých zdrojů

1. **KOVANDA, Jan a Vladimír ŠATOCHIN.** *Pasivní bezpečnost vozidel.* Praha : Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02235-8.
2. **MYNRMA.COM.AU.** *Safe driving.* [Online] [Citace: 02. 11 2020.] <https://www.mynrma.com.au/motoring-services/safety-advice/safer-driving/history.htm>.
3. **DRAGOUN, Aleš.** *Auto.cz. Béla Barényi a historie bezpečnosti vozů Mercedes-Benz.* [Online] [Citace: 02. 11 2020.] <http://www.auto.cz/bela-barenyi-historie-bezpecnosti-vozu-mercedes-benz-video-79824>.
4. **AUTOTIP.** 2016, Sv. 14.
5. **IDNES.CZ.** *Pro bezpečnost aut byl přelomový rok 2000.* *Auto.idnes.cz.* [Online] [Citace: 15. 11 2020.] http://auto.idnes.cz/bezpecnost-aut-skoda-fabia-octavia-d5v-/automoto.aspx?c=A151005_021123_automoto_LHR.
6. **SAJDL, Jan.** *Autolexicon.net. Aktivní bezpečnost.* [Online] *SAJDL, Jan.* [Citace: 15. 11 2020.] <http://www.autolexicon.net/cs/articles/aktivni-bezpecnost/>.
7. **NOHAVA, Karel.** *Asistenční systémy v autě – co všechno vás může vytáhnout z problémů.* *Ekontech.cz.* [Online] [Citace: 18. 12 2020.] <http://www.ekontech.cz/clanek/asistencni-systemy-aute-co-vsechno-vas-muze-vytahnout-problemu>.
8. **SAJDL, Jan.** *ABS (Anti-lock Braking System) [online].* *autolexicon.net.* [Online] [Citace: 07. 12 2020.] <http://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>.
9. **VLK, František.** *Systémy řízení podvozku a komfortní systémy. 1. vydání.* Brno : František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
10. **ZANTEN, Anton van.** *Regulace jízdní dynamiky ESP. 1. české vydání.* Praha 4 : Robert Bosch odbytová spol. s.r.o., 2001. ISBN 80-902585-8-1.
11. **KOVANDA, Jan.** *KONSTRUKCE AUTOMOBILŮ Pasivní bezpečnost.* Praha : Vydavatelství ČVUT, 1996. ISBN 80-01-01459-2.

12. **AUTOLEXICON.NET.** Historie airbagu. [Online] [Citace: 28. 12 2020.]
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>.
13. **CHRTEK, Michal.** AIRBAG – MINULOST, SOUČASNOST, BUDOUCNOST. Liberec : autor neznámý, 2015. Bakalářská práce na textilní fakultě Technické Univerzity na katedře materiálového inženýrství. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jindra Porkertová.
14. **AUTO.CZ.** [Online] [Citace: 27. 12 2020.] <http://www.auto.cz/ford-pas-airbag-3400>.
15. **VOLVOCARS.COM.** [Online] [Citace: 28. 12 2020.]
<http://www.volvocars.com/cz/top/about/news-events/pages/default.aspx?itemid=105>.
16. **GM.COM.** [Online] [Citace: 28. 12 2020.]
http://media.gm.com/media/ca/en/gmc/news.detail.html/content/Pages/news/ca/en/2013/Feb/0214_Airbag.html.
17. **MOTORCYCLE.COM.** [Online] [Citace: 29. 12 2020.]
<http://www.motorcycle.com/products/dainese-dair-racing-leathers-make-us-debut-91214.html>.
18. **SAJDL, Jan.** ECall. Autolexicon.net. [Online] [Citace: 12. 1 2021.]
<http://www.autolexicon.net/cs/articles/ecall/>.
19. **EC.EUROPA.EU.** ECall: Time saved = lives saved. [Online] [Citace: 12. 1 2021.]
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/ecall-time-saved-lives-saved#Article>.

Seznam zkratk

ABS – Anti-lock Brake System – protiblokovací brzdový systém

ASR – Anti Slip Regulation – systém regulace prokluzu kol

BAS – Brake Assist System – Brzdový asistent

ESP – Electronic Stability Program – Elektronický stabilizační program