

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Vývoj prvků pasivní bezpečnosti ve vztahu ke konstrukci vozidla
Libor Koleček

Bakalářská práce

2012

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Libor Koleček**
Osobní číslo: **D08507**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky: Silniční vozidla**
Název tématu: **Vývoj prvků pasivní bezpečnosti ve vztahu ke konstrukci vozidla**
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Historický vývoj pasivní bezpečnosti
3. Základní prvky pasivní bezpečnosti
4. Současný stav pasivní bezpečnosti
5. Vliv prvků pasivní bezpečnosti na konstrukci vozidla
6. Trendy vývoje prvků pasivní bezpečnosti ve vztahu ke konstrukci vozidla
7. Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] Vlk,F. Lexikon moderní automobilové techniky. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2005. ISBN 0-9754871-0-8

[2] Kovanda,J., Šatochin,V. Pasivní bezpečnost vozidel. Praha: ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02235-8

[3] Vlk,F. Karoserie motorových vozidel. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. ISBN: 80-238-5277-9

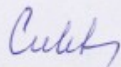
Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Svoboda

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **24. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2012**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 24. února 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na mojí práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na uhrazení nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Kutné Hoře dne 25. května 2012

Libor Koleček

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat především vedoucímu práce ing. Pavlu Svobodovi za trpělivost, obětavost a odborné vedení při psaní této práce. Dále chci poděkovat oddělení Výzkumu dopravní bezpečnosti Škoda auto a.s. jmenovitě ing. Krásnému a ing. Sojkovi za poskytnutí materiálu z oblasti crash-testů vozidel Škoda, materiálu ohledně pasivní bezpečnosti vozidel a předání vědomostí získaných z praxe.

Zvláštní poděkování bych však chtěl věnovat své rodině za trpělivost, kterou mi věnovali během psaní bakalářské práce

SOUHRN

Bezpečnost vozidel z hlediska jejich konstrukce v oblasti pasivní bezpečnosti. Popis vývoje a testování moderních prvků bezpečnosti vozidel. Náhled na budoucnost vývoje prvků pasivní bezpečnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

Biomechanika, EuroNCAP, crashtest, airbag, bezpečnostní pás, pasivní bezpečnost

TITLE

Development of passive safety features in relation to the vehicle structure

ABSTRACT

Vehicles' safety from the point of their construction—regarding passive safety. Description of development and testing; modern safety components of the vehicles. Overview of the future evolution of passive safety components.

KEYWORDS

biomechanics, EuroNCAP, crashtest, airbag, safety belts, passive safet

Obsah:

1. Úvod	-8-
2. Historický vývoj pasivní bezpečnosti	-9-
3. Základní prvky pasivní bezpečnosti	-11-
3.1. Karoserie osobního automobilu	-13-
3.1.1. Přední část vozidla	-14-
3.1.2. Boční část vozidla	-14-
3.2. Zadržné systémy	-15-
3.2.1. Bezpečnostní pásy	-17-
3.2.2. Airbagy	-19-
3.2.3. Dětské zadržné systémy	-23-
3.3. Opěrky hlavy	-25-
3.4. Bezpečnostní sloupek volantu	-27-
4. Současný stav pasivní bezpečnosti	-28-
4.1. Zkoušky pasivní bezpečnosti	-28-
4.2. Výzkum bezpečnosti	-30-
5. Vliv prvků pasivní bezpečnosti ke konstrukci vozidla	-32-
6. Trendy vývoje prvků pasivní bezpečnosti vzhledem ke konstrukci vozidla	-34-
7. Závěr	-39-
Seznam obrázků	-45-
Seznam použitých zdrojů	-46-

1. Úvod

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 zatažení, výhled z vozidla i hluk a pohoda v interiéru. Když prvky aktivní bezpečnosti nemohou zabránit nehodě a dojde k nárazu, či k havárii, pak nastupují prvky pasivní bezpečnosti. Patří mezi ně například prostor pro deformaci částí vozidla tak, aby se v nich pohltila energie nárazu, bezpečnostní výztuhy karoserie, či konstrukce sedadel s opěrkami hlavy. V základní výbavě vozidel se běžně nabízejí airbagy, bezpečnostní pásy se během doby vyvinuly ve složitý systém s blokovacím zařízením, předepínačem a omezovačem síly pásu. [1]

Výskyt počtu poranění v důsledku automobilových havárií splňuje kritéria epidemie. Při vývoji systému pasivní bezpečnosti se snažíme najít a popsat příčiny, které vedou k závažným poraněním, nebo i smrti v důsledku dopravních nehod. Statisticky lze zjistit, že při haváriích převažují určité typické úrazy. Například nejčastějším důvodem úmrtí v autě je náraz hlavy, který způsobí poranění mozku se závažným poraněním nervové soustavy. Po nárazu se mozkiem šíří rázová vlna, která způsobí jeho vnitřní destrukci. Lze najít meze odolnosti lidské tkáně a matematicky popsat takové fyzikální podmínky, které ještě nevedou k závažnému poranění. Chování bezpečnostního systému vozidla je potom možné nastavit tak, aby uvnitř vozu vznikly pouze podkritické podmínky z hlediska vzniku závažného poranění. Reklamy dnes pomáhají šířit iluzi, že automobily jsou bezpečné a posádka po havárii může vystoupit s úsměvem. To je samozřejmě omyl. Hranice bezpečnosti vozidla není nulové poranění. Mechanismy poranění se samozřejmě při havárii určitým způsobem rozvinou. Prvky pasivní bezpečnosti jsou nastaveny tak, aby posádka přežila, třeba i se zraněním, které však přežití umožňuje. Okrajové a počáteční podmínky mají být takové, aby ještě nezpůsobily závažnější poranění, než jaké lze zejména s ohledem na přežití osádky připustit. [1]

Pod pojem pasivní bezpečnost zahrnujeme soubor konstrukčních opatření, které jsou úzce svázány s celkovou základní konstrukcí vozidla. Pro konstruktéra musí tedy být úvahy o pasivní bezpečnosti nového vozidla integrální částí jak koncepčních rozhodnutí, tak i řešení jednotlivých částí vozidla. K tomu je však nutností znát mechanismy poranění posádky ve vozidle, způsoby deformace vozidla a mnoho dalších dílčích informací. Prvky pasivní

bezpečnosti se navíc staly součástí povinného schvalování vozidel podle předpisů, jimiž jsou dány podmínky pro přípuštění k provozu v dané zemi. Pro místní podmínky jde zejména o předpisy EHK-OSN. [2]

2. Historický vývoj pasivní bezpečnosti

Jako pravděpodobně první přišel s myšlenkou bezpečnostního pásu už v 19. století všestranný vědec a vynálezce George Cayley (1773 – 1857), který byl mimo jiné jedním z prvních, který se podílel na vývoji novodobé konstrukci kluzáků. V roce 1913 byl bezpečnostní pás poprvé použit v letectví, všeobecně se zde rozšířil ve 30. letech právě minulého století. Už v roce 1903 vynalezl Louis Renault 5bodový bezpečnostní pás, z kterého automobilka Volvo vyvinula pás 3bodový. V roce 1956 zdokonalili bezpečnostní pás bratři Kenneth Ligon a Bob Ligon pro účely používání v autech (patent použila automobilka Ford). [3]

Jedním z prvních průkopníků ve sféře bezpečnosti automobilu bylo Volvo, když v roce 1959 představilo první bezpečnostní prvek automobilu – tříbodový pás (Obr. 1), který byl ve vozech dodáván jako standardní výbava. O rok později přišlo Volvo s další novinkou v tomto odvětví, a to s čalouněnou přístrojovou deskou, která měla zmírnit zranění při čelní srážce. [5]



Obr. 1: Tříbodový pás Volva s jeho strůjcem Nilsem Bohlinem. [4]

Dalším důležitým prvkem pasivní bezpečnosti ve vozidlech, který byl vynalezen je zcela bezpochyby Airbag. Airbag vynalezl John W. Hetrick v roce 1952. Následujícího roku tzn. 1953 si jej nechal patentovat. V roce 1967 prodal americký vynálezce Allen Breed firmě Chrysler svůj senzor, který vyvinul pro detekci nárazu a který tvoří jednu ze základních komponent kompletního systému airbagu. V této době byl však ještě airbag považován za možnou alternativu místo bezpečnostních pásů, zejména proto, že řidiči v této době hlavně v USA bezpečnostní pásy téměř neužívali. V roce 1971 vyrobila firma Ford zkušební sérii automobilů vybavených airbagy a v roce 1972 se pak na trhu objevil první sériově vyráběný automobil vybavený airbagem – Chevrolet Impala, model 1973. V roce 1974 byly airbagy nabízeny v rozšiřující výbavě několika značek a to Buick, Cadillac a Oldsmobile. Takto vybavené vozy se ale nesetkaly s velkým tržním úspěchem, prodalo se jich minimum k poměru celkové výroby. V roce 1981 vybavila airbagy firma Mercedes-Benz svůj špičkový model Mercedes-Benz W126, kde mimo jiné užíla i hydropneumatické pérování. V řešení tohoto systému se při nárazu detekovaném senzory předepjaly bezpečnostní pásy a následně se rozvinul airbag, tak jak to známe v dnešní době. Tím už tedy nebyl Airbag prezentován jen jako náhrada bezpečnostních pásů, ale jako jejich doplněk zvyšující bezpečnost cestujících. Ve Volvu 850 z roku 1995 byly jako volitelná výbava poprvé nabízeny boční airbagy a v BMW z roku 1998 byly ve standardní výbavě použity hlavové airbagy. [6]

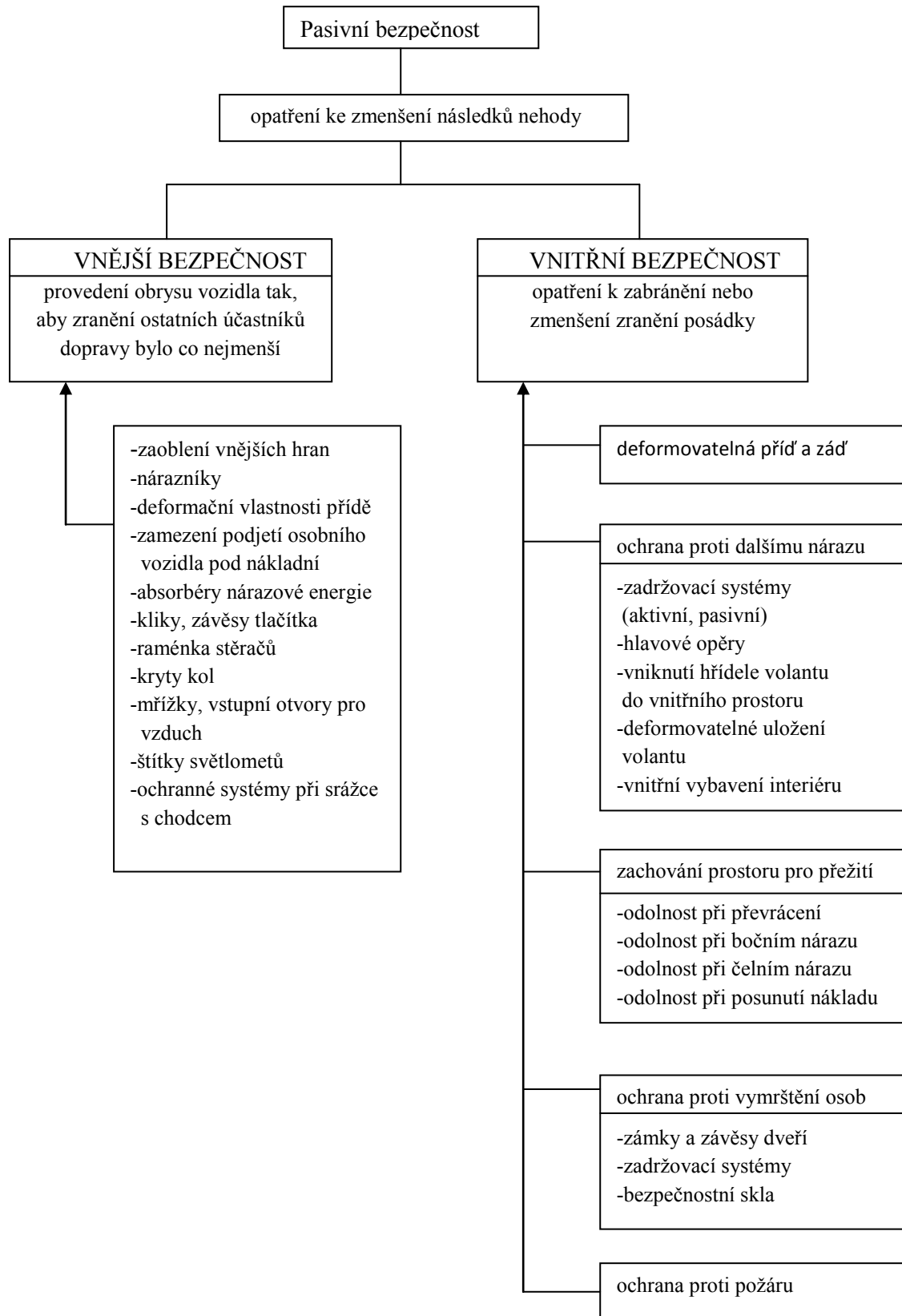
V roce 1997 bylo založeno nezávislé konsorcium Euro NCAP (European New Car Assessment Programme), které provádí nárazové zkoušky automobilů (tzv. crash testy) a testovaným vozům poté dává ohodnocení za bezpečnost v podobě hvězdiček. Původně pochází z Velké Británie a nyní je podporováno Evropskou komisí, vládami Francie, Německa, Švédska, Nizozemí, katalánské části Španělska a také motoristickými a spotřebitelskými organizacemi všech zemí EU. [7]

Pasivní bezpečnost z hlediska konstrukce vozidla prošla dlouhým vývojem. V dnešní době se již jedná o mnoho prvků, které jsou navzájem propojeny a které na sebe navazují. Důležitou součástí dnešních automobilů co se týče bezpečnosti vozidla je zejména samotná konstrukce karoserie, která hlavně v posledních dvaceti letech prošla díky vývoji a výzkumu na poli materiálů prakticky kompletní obměnou, kdy vozidla a jejich karoserie vyráběná v nedávné minulosti lze z pohledu dnešního vyhodnotit jako nebezpečná. [1]

Dnes při návrhu nového vozidla musí být úvahy o pasivní bezpečnosti integrální částí koncepčních rozhodnutí i řešení jednotlivých částí vozidla. K tomu je pak 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. Oproti minulosti, kdy této problematice nebyla věnována téměř žádná pozornost, je dnes uvedení nových vozidel do provozu podmíněné, splněním značně náročného schvalovacího procesu na základě mezinárodně platných předpisů. V tomto případě se jedná o předpisy pro konstrukci vozidel Evropského hospodářského společenství OSN. Značná část z celkového počtu 109 předpisů Evropské hospodářské komise pokrývá problematiku pasivní bezpečnosti vozidel. [1]

3. Základní prvky pasivní bezpečnosti

Pasivní bezpečností vozidla rozumíme všechna opatření, která se týkají zmenšení následků po nehodě. Pasivní bezpečnost můžeme dále rozdělit ze dvou hlavních hledisek a to pasivní bezpečnost vnější a pasivní bezpečnost vnitřní. Další členění je patrné z následujícího schématu (obr. 2): [9]



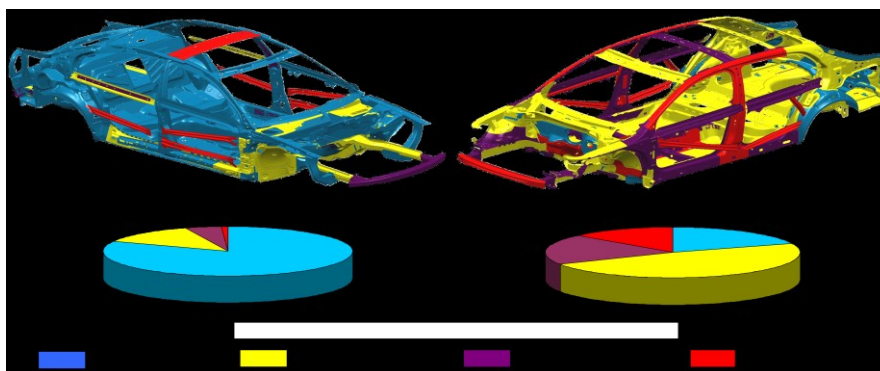
Obr. 2: Rozdělení pasivní bezpečnosti. [9]

3.1. Karoserie osobního automobilu

Funkční požadavky kladené na karosérie úzce souvisí s bezpečnostní silničního provozu. Provozní bezpečnost silničního vozidla dělíme na aktivní bezpečnost tj. opatření, které snižují možnost vzniku dopravní nehody a na pasivní bezpečnost tj. opatření ke zmenšení následků nehody. Aktivní i pasivní bezpečnost u vozidla závisí především na jízdních vlastnostech motorového vozidla a na uspořádání karoserie, nebo nástavby.[8]

Karoserie (nástavba) je část vozidla, která slouží k umístění přepravovaných osob nebo nákladu. Tvar karoserie závisí na počtu přepravovaných osob, množství přepravovaného nákladu a druhu provozu (silnice, terén, sportovní účely). Ochrana cestujících vlastního vozidla v případě nehody závisí na struktuře karoserie, vnitřním vybavení karoserie, vlastnostech zadržovacích systémů a zabránění vzniku požáru. Při návrhu karoserie je nutno zabezpečit také kompatibilitu vozidla ve vztahu k chodci, cyklistovi a ve vztahu k jiným vozidlům.[8]

Struktura karoserie musí z hlediska pasivní bezpečnosti splňovat dvě důležité funkce. Nosná struktura musí mít při kolizi podle druhu namáhání dostatečnou schopnost absorpce energie, která zaručuje nepřekročení biomechanických tolerančních limitů. To znamená, že nosná struktura karoserie musí mít při své deformaci takovou silovou charakteristiku, aby zpoždění člověka ve vozidle nepřekročilo mezní hodnoty. Na druhé straně nesmí být deformace nosné struktury tak velká, aby byl narušen vnitřní prostor pro osádku, při kterém by mohlo dojít ke kompresivnímu nebo řeznému zranění osob. Vnitřní prostor musí být dostatečně tuhý, zádržný systém musí být bezpečně zakotven, místní vniky částí vozidla do kabiny musí být co nejmenší a uvnitř kabiny je nutné zachovat dostatečně velký prostor pro přežití.[8]



Obr. 3: Bezpečnostní prvky a struktura karoserie Škoda Superb I vlevo a Škoda Superb II vpravo. [20]

Při nárazu vozidla je nutné právě velikost kinetické energie vzniklé nárazem přeměnit v deformační práci strukturou obklopující prostor pro cestující. Ta závisí na intenzitě srážky a směru srážky. K absorpci nárazové energie jsou vhodné přední a zadní části vozidla vzhledem k dostatečným délkám deformačních zón. Boční struktura umožňuje jen malé množství absorpce energie, neboť potřebné deformační délky jsou velmi malé.[8]

3.1.1. Přední část vozidla

Směr výzkumu byl v minulosti zaměřen z největší části na přední část vozidla a to z jednoho důvodu, protože čelní náraz je nejčastějším druhem nárazu. Tím také převážná část existujících bezpečnostních předpisů je zaměřena na provedení a zkoušení čelní části vozidla. Čelní struktura osobního automobilu je obvykle tvořena dvěma podélnými nosníky, které jsou při čelním nárazu zatěžovány především ve směru podélné osy vozidla. Vzhledem k menší absorbované energii, které souvisí s nižší relativní kolizní rychlostí co se týče zadního nárazu, může být struktura zadní části vozidla dimenzována na menší síly. Menší tuhost struktury žádě se volí zejména u vozidel s motorem vpředu, protože pro deformaci je v tomto případě k dispozici celá zadní struktura.[8]

Zvlášť problematické se při deformaci ukazují tuhé díly (např. motor), které musí být upevněny tak, aby bylo zmenšeno nebezpečí jejich vniknutí do vnitřního prostoru karoserie. K tomuto účelu se u vozidel s motorem vpředu používá např. speciální zavěšení motoru, které umožňuje usměrnění pohybu motoru během nárazu pod podlahu vozidla.[8]

Co se týče přední části vozidla je možné docílit bezpečnostní zóny tím, že přední struktura vozidla je tvořena prvky, které se při čelním nárazu prolomí a nebo zlomí. Tím je pak možné vytvořit vozidlo, které zaručuje bezpečnost nejen vlastních cestujících, ale i bezpečnost chodců. [8]

3.1.2 Boční část vozidla

Z hlediska statistik dopravních nehod a jejich následků je jako velmi závažný považován také boční náraz. Závažnost tohoto druhu srážky, ke kterému dochází zejména na křižovatkách, kdy předek jednoho vozidla narazí do boční části vozidla druhého je patrný už ze samé konstrukce vozidla a samotným průběhem srážky. Boční část vozidla je nejméně

chráněným prostorem pro osádku co se týče bezpečnosti. Závažnost situace je také zřejmá z pohledu biomechanického poranění cestujících. [8]

Na rozdíl od přední a zadní struktury, u kterých je deformační zóna 300 až 800 mm, je boční struktura karoserie schopna vzhledem k malým deformačním zónám cca. 100 až 150 mm pohltit jen malé množství energie vznikající nárazem. Při bočním nárazu jsou vnější nosné díly struktury v oblasti prostoru pro cestující (prahy dveří a nosníky dveří) namáhány zejména ve směru příčné osy vozidla tzn. na ohyb. Tím vznikají ve vazbě struktury tahové a tlakové síly. Tento druh namáhání umožňuje mnohem menší specifickou absorpci energie než např. stlačování nosníků při čelním, nebo zadním nárazu. Cílem zvýšení bezpečnosti je, aby vhodnými opatřeními bylo vozidlo, které najede na bok druhého vozidla odraženo (při šikém najetí na bok) a nebo, aby při kolmém bočním nárazu bylo vniknutí zmenšeno, nebo alespoň udrženo v určitých mezích. Příčnými traverzami ve střeše a v podlaze lze zvýšit boční tuhost prostoru pro posádku. K tomu musí být struktura dveří pevná na tah, tuhá na ohyb a musí vytvářet uzavřenou vazbu s boční strukturou. Dalším předpokladem pro zvýšení bezpečnosti u bočního nárazu (náraz do míst nad prahem) je dokonalé vedení dveří, kdy otvor pro dveře je vybaven tuhým prolisem. Zámky a závěsy dveří musí zabránit vytržení dveří při bočním nárazu a zároveň zabránit vzpříčení dveří při čelním nárazu. Do dveří se z hlediska bezpečnosti zabudovává vodící výztuha dveří, k čemuž se používají i ocelové trubky. Tyto výztuhy je nutno zabudovat do dveří tak, aby byla zajištěna možnost stahování oken, tzn. zejména prostor pro umístění zařízení pro jejich spouštění. Co se týče bočního nárazu tak ke zvýšení ochrany cestujících slouží také vhodně tvarovaná sedadla.[8]

3.2. Zádržné systémy

Jen bezpečnou strukturou karoserie vozidla jeho bezpečným vnitřním vybavením není možné cestující ve vozidle ochránit. Již dnes musí vozidlo splňovat jistá kritéria daná předpisy, které se týkají i zařízení k omezení následků nehod. Jedná se tzv. zádržné systémy. Konstrukce zádržných systémů vozidel vychází především ze znalosti mechanismu poranění člověka při dopravní nehodě. Mechanismy poranění jednotlivých struktur a jejich regresní vztahy k traumatologickému popisu poranění jsou náplní biomechaniky poranění. Poranění je takový stav, kdy došlo k deformaci anatomických struktur nad limity způsobující poškození tkání, nebo k alternování jejich funkcí.[2]

Nutnost zvyšování účinnosti systémů zabraňujících poraněním stoupá s rostoucí dopravní rychlostí vozidel. Zadržné systémy omezují relativní pohyby posádky ve vozidle, spojují posádku s deformujícím se vozidlem a snižují kontaktní síly.[2]

Na chování cestujícího v průběhu srážky i na samotnou srážku má vliv řada faktorů, které lze rozdělit na faktory vozidla a faktory cestujících. První skupina tj. faktory vozidla určují jak výsledný průběh zpoždění v interiéru, tak i dobu trvání děje a tvar průběhu. Tyto faktory vymezují vztahy mezi vozidlem a vnějším prostředím během kolize.

Základní faktory vozidla:

- nárazová rychlost
- hmotnost vozidla nebo hmotnosti vozidel při vzájemné srážce
- deformační charakteristika v místě nárazu
- charakteristika odrazu

Druhá skupina faktory cestujícího je určena způsobem zadržení, skutečnou rychlostí zadržení, nebo nárazu cestujícího na povrch interiéru a možností zranění, kterým je cestující vystaven. Tato skupina faktorů určuje vztahy mezi cestujícím a vozidlem.

Základní faktory cestujícího:

- počáteční poloha a orientace cestujícího, jeho rychlost ve vztahu k interiéru na počátku kolize
- deformační charakteristika na povrchu interiéru z hlediska nárazu cestujícího
- charakteristika zadržného systému je-li použit
- fyzická charakteristika cestujícího, zdravotní stav, pohlaví a věk

Podíváme-li se na obě skupiny faktorů vidíme, že faktory vozidla, které můžeme ovlivnit jen částečně, limitují faktory cestujících např. účinnost zadržných systémů. Pro posouzení vlivu jednotlivých faktorů je třeba určit vzájemné působení mezi těmito dvěma skupinami.

V následujících bodech jsou uvedena kritéria pro hodnocení zádržných systémů:

- přiměřené zpoždění vnášené zádržným systémem na cestujícího
- velikost časového intervalu mezi nárazem a počátkem zpoždování cestujícího
- udržení max. vzdálenosti cestujícího vůči pevnému povrchu interiéru i vůči ostatním cestujícím
- optimální rozložení zatížení na tělo cestujícího
- respektování biomechanických limitů

Z množství různých systémů došlo k praktickému uplatnění a rozšíření pouze u bezpečnostních pásů. Tento základní zádržný systém byl postupně modifikován, od standardního pásu přes navijče, předepínače a omezovače síly. Zásadní změnou bylo doplnění systému pásu o nafukovací vaky – airbasy. Vývoj zádržného systému nezahrnuje pouze vlastní bezpečnostní pásy a airbasy, ale přináší požadavky na komplexní řešení ochrany cestujících při různých typech nárazů. Pro posouzení efektivnosti zádržných systémů jsou zřejmé prvotní předpoklady správné konstrukce bezpečného vozidla – deformační zóny, tuhá střešní část karoserie, odpovídající interiér. Méně zřejmé jsou však požadavky na řešení otázek sedadel, geometrii sedění a geometrii kotevnic míst bezpečnostních pásů, které mají značný vliv na pohyb a polohu cestujících v průběhu nárazu. Použití airbagů přináší specifické požadavky na časový průběh aktivace airbagů a předepínačů, řešení otázek toxicity plynů a i problematiku hluku při aktivaci.[1]

3.2.1. Bezpečnostní pásy

Jeden z nejdůležitějších a také nejrozšířenějších prvků pasivní bezpečnosti ve vozidlech je považován a zcela po právu bezpečnostní pás. Jeho historie je nejdelší ze všech zařízení, které se podílí na bezpečnosti vozidla. Jeho počátky, kdy se aktivně začal používat v automobilovém průmyslu jsou datovány do roku 1956, kdy bezpečnostní pásy jako prvek bezpečnosti vozidla začala používat automobilka Volvo. Bezpečnostní pás je důležitou součástí v konstrukci vozidla jako celku a těžko si dnes již můžeme výrobu osobních vozidel bez něho představit. Jeho úloha je zřejmá také z toho, že jeho používání je dáno jako povinnost zákonem 361/2000 Sb.

Bezpečnostní pásy rozdělujeme do několika druhů:

- dvoubodový břišní
- dvoubodový diagonální
- třibodový
- čtyřbodový (šle)
- ramenní a kolenní
- diagonální s kolenní opěrkou



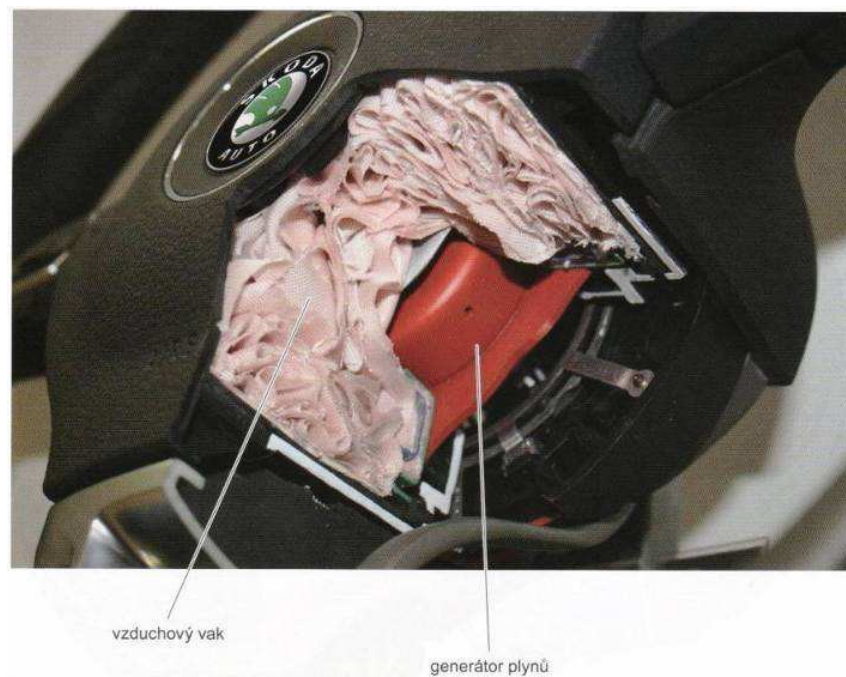
Obr. 4: Umístění bezpečnostních pásů ve vozidle Škoda Superb II. [20]

Nejvíce používaný je aktivní třibodový pás, jež je kombinovaný diagonální a pánevní pás. Břišní pásy jsou vzhledem k efektu „zavíracího nože“ používány velmi zřídka. Zejména u závodních a sportovních automobilů pro rallye se používají čtyřbodové pásy typu šle. Pasivní zadržovací systémy jsou na rozdíl od aktivních trvale bez vůle cestujícího připraveny k funkci, nebo jsou automaticky uvedeny v činnost. Pasivní popruhové systémy automaticky obepnou cestujícího po usednutí a jsou připraveny k činnosti. V tomto případě se jedná o

technicky náročný systém, kde se řeší zejména problémy s provedením pánevního pásu. Jednodušší je pasivní popruhový systém tvořený diagonálním pásem, který samočinně upoutá cestujícího po uzavření dveří a který je doplněn kolenním polštářem. Pasivní břišní pásy se příliš nerozšířily. Volný pohyb těla při jízdě vozidla a automatické přizpůsobení délky pásů tělesným rozměrům umožňují samonavíjecí bezpečnostní pásy. Ramenní pás je veden většinou přes průvlečný úchyt na boční stěně do navíjecí cívky, která vtahuje pás zpět pod pružným napětím. Při nárazech je cívka s pásem zablokována proti odvíjení.[8]

3.2.2. Airbag

Mezi pasivní zádržné systémy patří také airbag, který má vzhledem k popruhovému systému jednu výhodu. Je to přímá ochrana hlavy před nárazem hlavy na vnitřní části vozidla pře čelní srážce. Vaky působí na horní část těla cestujícího, zatímco spodní část – nohy je volná. Spodní část těla je proto chráněna kolenním polštářem nebo kolenním pásem. Čelní bezpečnostní nafukovací vaky jsou standardně před řidičem – v hlavici volantu – a dále před spolujezdcem na předním sedadle – v tom případě je airbag zabudován do přístrojové desky.[10]



Obr. 5: Řez čelním airbagem řidiče. [15]

Čelní airbasy mají za úlohu airbagem pro řidiče (obr. 5) a airbagem pro spolujezdce (obr. 6) chránit osoby na předních sedadlech před poraněním hlavy a hrudníku při nárazu vozidla na pevné překážky rychlostmi do 60 km/h. Při čelním nárazu mezi dvěma vozidly chrání čelní airbasy do relativních rychlostí 100 km/h. Samotný napínač bezpečnostního pásu nemůže při tak těžkém nárazu zabránit nárazu hlavy na volant. Airbasy mají pro splnění této úlohy podle místa zabudování, druhu vozidla a provedení, různé poměrům vozidla přizpůsobené plnicí množství a průběhy nárůstu tlaku. [10]



Obr. 6: Airbag spolujezdce umístěný v palubní desce. [16]

Airbag je spouštěn elektrickým signálem a to v případě, když je splněn logický výraz, jehož hodnoty vystupují z jednotlivých čidel instalované ve vozidle. Každý senzor je aktivován, jestliže zrychlení v místě jeho umístění překročí daný limit po určitou dobu. Časově je tradiční airbag zcela naplněn za 40-50 ms po zážehu, plyn difuzéru se začíná vyvíjet za 2-4 ms, kryt hlavy volantu se rozlomí a airbag se začne rozkládat vlivem proudu plnicího plynu za 2-10 ms po zážehu látky vyvíjející plyn. Většina dnes provozovaných systémů používá výbušné sloučeniny sodíku a dusíku, která po zapálení vyvíjí neškodný dusík. Samotná sloučenina je však jedovatá při požití a zdraví nebezpečná při styku s pokožkou. To přináší určitá rizika při výrobě vyvíječe plynu a provozu vozidla, ale také ekologická rizika při zpracování vraků vozidel. Další nevýhodou těchto dnes již klasických konstrukcí je vysoká teplota inflátoru (což je název již zmiňovaného vyvíječe plynu) po inicializaci a vysoká teplota vyvíjeného plynu, která sice se vzdáleností od inflátoru prudce klesá, ale přesto vyžaduje použití odolnějších materiálů v okolí inflátoru. Tyto nežádoucí

vlastnosti vedly ke snaze o nalezení vhodnějších sloučenin, nebo dokonce jiných koncepcí inflátorů. Nově vyvinuté sloučeniny jsou méně škodlivé svému okolí, umožňují menší a lehčí konstrukce inflátorů, levnější výrobu a snazší recyklaci.[2]

Dnes již zcela běžnou záležitostí v základní výbavě jsou airbasy umístěné ve věnci volantu tzn. airbag umístěný před řidičem a airbag umístěný před spolujezdcem v palubní desce. Tyto airbasy jsou důležitou součástí bezpečnostních prvků pasivní bezpečnosti vozidla, dnes již zcela nepostradatelnou součástí. Tyto airbasy ve spojení s bezpečnostními pásy jsou velmi účinné právě při čelním střetu vozidel, či vozidla. Ovšem u bočního nárazu jsou tyto airbasy neúčinné. Proto byly vyvinuty a do výroby zavedeny mimo uvedených airbagů, také boční airbasy.

Boční airbag (obr. 7) byl poprvé zaveden do sériové výroby firmou Volvo jako prostředek ke snížení četnosti a závažnosti poranění hlavy a hrudníku při bočním nárazu. Příčinou asi 47% smrtelných poranění při bočním nárazu je kontakt člověka s deformujícím se bokem vozu a kontakt s pronikajícím tělesem (kapota druhého vozu, strom atd.). Dalšími zdroji zranění bývá například srážka se spolujezdcem, nebo dokonce se vzdálenějším bokem vozu, není-li řidič či spolujezdec připoután. Boční airbag s plnicí komorou bývá umístěn v zadní opěře sedadla, dveřích, nebo sloupku vozu. Dosavadní vývoj a zkušenosti však naznačují, že airbag expandující z boku zadní opěry sedadla účinkuje nejlépe, i když také zde se mohou vyskytnout s nevhodnou počáteční polohou těla (airbag potom nepůsobí z boku, ale také mírně zezadu). Řízením pohybu horní části trupu lze účinně omezit nebezpečí střetu hlavy s bokem vozu, takže airbasy expandující z blízkosti horního ukotvení sloupku se dosud příliš nerozšířily. Navíc je třeba si uvědomit, že při vyšších rychlostech srážky se boční okno rozbije a netvoří tedy pro airbag oporu. [2]



Obr. 7: Boční airbag. [15]

Vzhledem k velmi malé deformační oblasti bylo u bočních airbagů nutné dosáhnout velmi krátké doby od počátku kolize do naplnění vaku. V počátcích vývoje se zdálo, že bude nutné kolizi předpovídat. Tuto překážku se podařilo překonat mimo jiné použitím snímačů, jejichž reakční doba není delší než 5 ms. Skutečnou dobu od počátku kolize do spuštění systému však může do značné míry ovlivnit konstrukce karosérie. Zatímco u karosérií méně tuhých proti bočnímu nárazu je účinnější použít snímače zrychlení, nebo deformace umístěné v boku vozidla (např. ve dveřích), u karosérií odolnějších proti bočnímu nárazu je možné použít snímače zrychlení umístěné v podlahové části karoserie. Další možností indikace počátku kolize (Siemens) je snímání rychlé změny tlaku vzduchu v dutině uvnitř dveří. Elektronická řídicí jednotka, která na základě signálů od jednotlivých snímačů rozhoduje o spuštění systémů, může být společná pro všechny airbagy instalované ve vozidle.[2]

Z uvedeného plyne, že instalace bočního airbagu se mívá účinkem, není-li provedena po důkladné analýze vlastností karoserie a interiéru vozu. Podobně jako pro čelní náraz se i zde velmi dobře uplatňují prostředky počítačové simulace.[2]



Obr. 8: Umístění airbagů ve vozidle Škoda Superb II. [20]

3.2.3. Dětské zádržné systémy

Zvýšení ochrany dětí při kolizi vozidla je podmíněno využitím vhodných zádržných systémů, jejichž povinné používání je zákonně nařízeno mimo jiné i v České republice. Jednotlivé systémy od bezpečnostních brašen přes sedačky, až po ochranné štíty pro největší kategorie dětí musí splňovat náročné požadavky respektující odlišnosti stavby těla i hmotnostní parametry dětské postavy.[1]



Obr. 9: Uchycení sedačky bezpečnostním pásem. [17]

Dětské figuríny se používají zejména pro zkoušky dětských zádržných systémů, které se dělí podle konstrukce, použití a váhových kategorií.

1. Podle konstrukce:

- a. brašna pro přenášení dítěte
- b. dětská sedačka případně se safe bag
- c. adaptace pro použití bezpečnostních pásů pro dospělé

2. Podle použití:

- a. universální – nezávislé na typu vozidla, upevňují se bezpečnostními pásy
- b. semi-universální a specifické – vyvinuté pro daný typ vozidla, nebo výrobce
- c. Isofix – speciální úchyty podle EHK 44/04

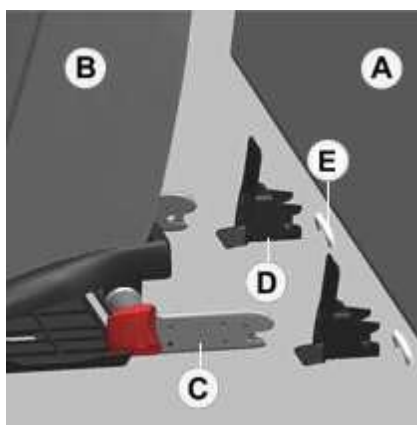
3. Podle hmotností dětí:

- a. 0 až do hmotnosti 10 kg, jedná se tzv. vaničku se samostatným pásem ve tvaru Y, které se umísťují proti směru jízdy
- b. I pro hmotnost 9 – 18 kg, sedačka umístěná ve směru jízdy s pětiprvkovým pásem, zpravidla doplněná safe bag (ochranný štítek) a opěrou pro nohy
- c. II pro hmotnost 15 – 25 kg, nemá vlastní pás, dítě je drženo klasickým pásem vozidla, sedačka bývá výlisek z polystyrenu
- d. III pro hmotnost 22 – 36 kg, je tvořena pouze sedákem, pro zabránění submariningu má být sedák samostatně držen pásy.

Předmět zkoušky sedaček:

- materiál – nehořlavost, netoxicity, rozměry, výčnělky, koroze, pevnost, životnost, absorpce energie
- statická zkouška převrácením – kontrola, zda figurína nevypadne a zda posun hlavy není větší než 300 mm
- dynamická zkouška – test figuríny v sedačce z rychlosti 50 km/h rovnoměrně zpožděné na dráze 650 mm s tolerancí 50 mm. Měří se velikost trajektorie hlavy, zrychlení na hlavě hrudníku

Na účinnost dětského zádržného systému má mimo jiné vliv i umístění sedačky ve vozidle a její orientace. Problémy vznikající špatnou instalací sedaček do vozidla se nyní řeší využitím systému ISOFIX (obr. 10) s unifikovanými kotevními místy.



Obr. 10: Uchycení sedačky systémem ISOFIX. [18]

Za pozornost stojí upozornění na velmi nebezpečné umístění dozadu orientované sedačky (proti směru jízdy) na sedadle spolujezdce, které je vybaveno airbagem. Při zkouškách čelním nárazem s tímto uspořádáním bylo na hlavě figuríny dítěte naměřeno extrémní zpoždění, které by bylo při reálné havárii smrtelné.

3.3. Opěrky hlavy

Jako jeden ze základních prvků pasivní bezpečnosti je již v řadě let v základní výbavě všech vozidel jako je třeba bezpečnostní pás hlavová opěrka. Tato součást sedadla je nezbytnou součástí celého systému bezpečnostních prvků ve vozidle. Opěrky ve vozidle můžeme rozdělit do dvou základních skupin:

- pasivní opěrky hlavy
- aktivní opěrky hlavy

Mezi pasivní opěrky hlavy řadíme všechny, které jsou pevně uchycené na opěradle sedačky a svojí činností omezují pouze na zachycení hlavy při nárazech jak zezadu, tak i zepředu. Jejich zavedením do konstrukce opěradla u sedačky se hodně snížilo riziko poranění krční páteře a míchy, které nejčastěji vznikalo bez použití opěrky hlavy při nárazech zezadu.

Druhou skupinou jsou aktivní opěrky hlavy (obr. 11), které se v současné době již běžně montují do konstrukce opěradla sedačky. Systém instalovaný do sedačky je čistě mechanický a do činnosti jej uvádí tlak horní části těla pasažéra na předním sedadle do opěradla, vyvolaný

reakcí na náraz do zadní části vozu. Pákový systém ukrytý právě v opěradle a spojený s opěrkou hlavy ji při nárazu zezadu posouvá směrem vpřed a vzhůru. Tato činnost podstatně zkracuje vzdálenost mezi hlavou pasažéra a opěrkou, což výrazně sníží silové namáhání krční oblasti. Celý systém aktivních opěrek hlavy je zamontovaný pouze v horní části opěradel předních sedadel.[10]



Obr. 11: Aktivní opěrka hlavy. [19]

Aktivní opěrka druhé generace ještě výrazněji snižuje riziko poranění krční páteře, zapříčiněné prudkým pohybem hlavy směrem dozadu při případné havárii. U těchto opěrek se v případě havárie zezadu pohybuje nejenom opěrka hlavy samotná, ale také celý separátně uložený vnitřní rám, který je součástí struktury opěradla. V případě nárazu do zadní části vozu se aktivní opěrky hlav posouvají o něco směrem dopředu, takže dokážou rychleji a účinněji zachytit nebezpečný pohyb hlavy dozadu, který je reakcí na náraz zezadu. Zároveň se však díky pohybu separátního vnitřního rámu celá horní část těla pasažéra poněkud vzpřímí, což výrazně snižuje nechtěné a nebezpečné posunutí těla pasažéra po opěradle směrem dozadu a vzhůru ke střeše vozu, ke kterému dochází za normálních okolností po nárazu zezadu. Plochý opěrný element ukrytý ve struktuře opěradla, který je spojený s vlastní opěrkou hlavy a který prostřednictvím pákového mechanismu pod tlakem těla pasažéra při nárazu do zadní části vozu zaručuje pohyb opěrky směrem dopředu, byl posunut z oblasti ramen dolů do pánevní oblasti. Četnými zkouškami se zjistilo, že tato část těla začne v reakci na zadní náraz tlačit do opěradla o něco dříve než horní část těla. Tento na první pohled zanedbatelný moment může mít zásadní vliv na snížení rizika vážného poranění páteře.[10]

3.4. Bezpečnostní sloupek volantu

Dalším prvkem, bez kterého by bezpečnost vozidel vlastně postrádala smysl, je bezpečnostní sloupek volantu. Ten přímo souvisí s celým bezpečnostním aparátem opatření a to hned z několika důvodů. Jeden z nedůležitějších bezpečnostních požadavků na sloupek volantu je schopnost absorbovat energii vzniklou při nárazu. Dalším důležitým požadavkem je, aby volant zejména vybavený airbagem při nárazu, jehož intenzita překročí určitou mez zachoval neustále stejnou polohu vůči tělu řidiče. Ve chvíli, kdy by tuto schopnost ztratil mohlo by vystřelení airbagu působit spíše antiproduktivně, čímž by ztratil svojí schopnost řidiče při nárazu chránit.

Volant a hřídel ohrožují řidiče zejména při čelním nárazu. V souvislosti s požadavky pasivní bezpečnosti byly vyvinuty různé systémy bezpečnostního řídicího ústrojí. Bezpečnostní řízení zahrnuje tři prvky. První má zachytit náraz trupu a pokud možno měkce tento náraz rozložit do největší plochy. Druhý má postupně pohlcovat kinetickou energii těla řidiče vrženého po nárazu vozidla proti věnci volantu. Třetí prvek má znemožnit nebezpečně velký průnik řídicího ústrojí do prostoru posádky při deformaci přídě čelním nebo šikmým nárazem.[8]

Pro první bezpečnostní prvek slouží pružné polštářování středu volantu, nebo je střed volantu níže než věnec a funkci bezpečnostního prvku přejímají neformovatelná ramena společně s věncem. Věnec volantu by měl mít povrch z měkkého materiálu, nesmí se lámat, ale pouze deformovat a po nárazu sklopit tak, aby působil co největší plochou proti hrudníku řidiče. Druhý bezpečnostní prvek zpravidla navazuje na první (je pod středem volantu), jeho tuhost ovšem musí být podstatně vyšší. K tomuto účelu se používají deformační členy tvaru mísy, měchu, mřížkovaného válce. Tento bezpečnostní prvek může být docílen také vhodným uložením horní části hřídele volantu. Třetí bezpečnostní prvek má omezit možnost vniknutí tyče řízení resp. hlavy volantu do vnitřního prostoru při borcení přídě vozidla po nárazu. Tento prvek musí vyhovovat požadavkům bariérové zkoušky a souvisí s konstrukcí hřídele volantu. Využívá se principu zkracování jeho délky, nebo jeho dělení, popř se umožňuje jeho vybočení. K tomuto účelu se používá např. lomený hřídel řízení. Vhodná je také konstrukce, kdy je mezi trubkový hřídel volantu vložen deformační člen (většinou se jedná o válec svinutý z perforovaného plechu). [8]

4. Současný stav pasivní bezpečnosti

Mobilita je pro kvalitu našeho života v současné době klíčová, je také jedním z nejsilnějších hnacích motorů ekonomického růstu po celém světě. Mají-li být přesto automobily pro společnost akceptovatelné musíme se vypořádat z důsledky jejich používání v oblasti ekologie a bezpečnosti. Každý rok zahynou při dopravních nehodách po celé Evropě desítky tisíc lidí. Počet nehod, při kterých dojde ke zranění se počítá na miliony. Dopravní nehody znamenají pro evropské obyvatele velké ztráty, které se týkají řidičů, spolucestujících, chodců, cyklistů malých dětí i seniorů. Ekonomické důsledky jsou také velice značné. Ztráta produktivity, náklady na léčení, odškodnění obětí, materiální škody na vozidlech, infrastruktura a institucionální náklady spojené s pojištěním, policejním dohledem a soudními spory to vše vytváří pro současnou společnost, kdy ekonomika většiny zemí stagnuje značné břemeno, které se snaží dnešní společnost co nejvíce minimalizovat.[11]

4.1. Zkoušky pasivní bezpečnosti

V současné době jsou v silničních vozidlech zejména používány prvky pasivní bezpečnosti, o kterých jsem se zmiňoval. Tyto prvky jsou nedílnou součástí dnešních vozidel a již si nelze současné vozidlo bez nich představit. V dnešní době je kladen velký důraz na výzkum samozřejmě nejen pasivní bezpečnosti ve vozidle neustále pokračuje. Nedílnou součástí výzkumné činnosti jsou zkoušky prakticky všech částí motorového vozidla současnosti. Tomuto výzkumu se v dnešní době věnují všichni velcí výrobci automobilů, kteří chtějí své zboží prodávat zejména na evropském trhu. Evropský trh s automobily se řídí přísnými bezpečnostními podmínkami a proto je ze strany výrobců nutná pává výzkumná činnost, na jejichž základě se následně může vycházet při snižování poškozování životního prostředí, zvyšovat aktivní bezpečnost ve vozidlech a samozřejmě zvyšovat pasivní bezpečnost ve vozidlech. V dnešní době není možné na evropském trhu prodat nové vozidlo, které by nesplňovalo požadavky testů EuroNCAP (European New Car Assessment Programme), které jsou nejdůležitější součástí programu spotřebitelských testů v Evropě. Tyto testy se provádějí formou zkoušek ve zkušebnách. Jsou velmi finančně nákladné a proto každá zkouška musí být pečlivě naplánována, aby jí nebylo nutno při nezdaru opakovat.

Zkoušky pasivní bezpečnosti vozidel rozdělujeme na:

- statické zkoušky
- dynamické zkoušky

kompletních vozidel, jejich jednotlivých systémů a konstrukčních částí a příslušenství.

Statické zkoušky: do tohoto okruhu se zahrnují např. zkoušky zámků a závěsů bočních dveří, pevnosti a geometrie sedadel a opěrek hlavy, vnitřních výčnělků vozidel, pevnosti autobusů a atd.

Dynamické zkoušky: pro tento typ zkoušky některých systémů a konstrukčních částí se využívá tzv. „saňová zkouška“. Tím se rozumí, že na zkušební vozík se připevní karoserie, nebo zkoušený díl. Vozík je následně urychlen na požadovanou rychlost a pak je zpomalen. Velikost, tvar a doba trvání pulsu zpoždění vozíku je předepsána příslušným předpisem, nebo požadavky výrobce při vývoji systému. Dynamické zkoušky kompletních vozidel zahrnují čelní náraz na tuhou bariéru, náraz zezadu, boční náraz na pohyblivou bariéru představující jiné vozidlo a převrácení vozidla.[1]

Současné trendy pasivní bezpečnosti se týkají bezpečnosti chodců a rozšiřování požadavků i na kategorie vozidel jiné než M1 (osobní automobily). Příkladem jsou postupy při hodnocení vozidel podle požadavků zmiňované EuroNCAP, kde se zkouší bezpečnost chodců. Dalším základním současným tématem pro výzkum bezpečnosti vozidel je biomechanika poranění. Biomechanika mezioborová vědní disciplína spojující studium mechanických zákonitostí a vlastností biologických materiálů a systémů. Biomechanika poranění je jejím podoborem sledujícím reakce živého organismu způsobené vnějšími silami a jejich vliv na rozvoj úrazového děje. Mechanismy poranění dělíme na dva základní typy:

- a. pronikající
- b. nepronikající

Pronikající: v dnešní době se výzkum a věda touto cestou nevydává, protože se v současnosti tento typ poranění vyskytuje velmi málo.

Nepronikající: tento typ poranění se dále dělí na tři podskupiny typů mechanismu poranění

- poranění statickou silou, přičemž vzniká napětí a deformace překračují materiálové limitní hodnoty tkání
- poranění dynamickou silou, kde setrvačná síla působící na vnitřní orgány (např. mozek, srdce) způsobí náraz na vnitřní stěnu (např. lebky, hrudníku)

- poranění impulsní, kdy se kontinuem tkáně šíří tlaková vlna takových parametrů, že způsobuje její vnitřní poškození.

Obecně u mechanismů poranění jde vždy o překročení meze pevnosti orgánů vlivem sil setrvačných, statických při velkých deformacích, nebo kompresích a při šíření rázové vlny při impulsním zatížení.[1]

4.2. Výzkum bezpečnosti

Veškerá zařízení, která se nachází ve vozidlech mají přímý vztah ke koncepci osobního vozidla jako takového. V dnešní době se zejména v osobních vozidlech nachází nepřehledné množství jak prvků aktivní bezpečnosti tak i prvků pasivní bezpečnosti. Vzhledem k tomu, že bezpečnost vozidel je spolu s ekologií dnes na prvním místě, je nutné těmto opatřením ve vozidlech, které napomáhají chránit zdraví neustále přizpůsobovat i celkovou koncepci osobního vozidla.

Výzkum v oblasti bezpečnosti provozu na komunikacích probíhá v několika rovinách. Každým jednotlivým oborem týkajícím se bezpečnosti provozu se již dnes zabývají specializované týmy. Není možné, aby jeden člověk, nebo jedna skupina lidí řešila komplexně problematiku bezpečnosti provozu na komunikacích. Výrobci automobilů si jsou již řadu let vědomi nutnosti investic, které se týkají bezpečnosti. Samozřejmě se tyto nemalé investice týkají i výzkumu pasivní bezpečnosti. Konstrukce vozidel co se týče pasivní bezpečnosti se přizpůsobují novodobým poznatkům, které však nelze získat jinak, než simulovat nejčastější příčiny dopravních nehod a ve vozidlech zkoumat následky. K tomu slouží Crash testy, u kterých vystává však jeden základní problém. Vzhledem k tomu, že dopravní nehody mohou mít opravdu velké množství příčin, které se dají jen těžko v některých případech předvídat nezbyvá, než pro kvalitní posouzení bezpečnosti vozidla zkoumat skutečné dopravní nehody. Mnoho konstrukčních vylepšení na vozidlech vzniklo právě z těchto poznatků. Proto velké automobilky investují velké prostředky do týmů, které se zabývají nejen výzkumem uvnitř podniku, ale také pracují v terénu. Příkladem tohoto postupu je i naše automobilka Škoda Auto Mladá Boleslav. Uvnitř podniku je zřízen tým pod názvem „Výzkum dopravní bezpečnosti“. Práce tohoto týmu je zaměřená na všechny prvky jak aktivní tak i pasivní bezpečnosti. Právě výsledky výzkumu tohoto pracoviště má velký vliv na konstrukce nově vyráběných vozů. Jak již bylo zmíněno k novým poznatkům z oblasti bezpečnosti se

samozřejmě lze dopracovat testy uvnitř podniku samotného, ale nutností je zkoumání skutečných příčin a následků dopravních nehod. Proto se část týmu Výzkumu dopravní bezpečnosti Škoda Auto začal zaměřovat zejména na spolupráci s jednotlivými složkami Integrovaného záchranného systému, jež tvoří Hasiči, Policie ČR a Záchraná služba. Úzká spolupráce s Policií ČR spočívá v přímém kontaktu s jednotlivými dopravními inspektoráty, samozřejmě přímo se Skupinami dopravních nehod. Tato spolupráce spočívá kromě osobních kontaktů jednotlivých pracovníků a předávání si zkušeností ze své praxe, tak i osobní účasti na místech závažných dopravních nehod, kde se nachází osobní vozidla samozřejmě z výroby automobilky Škoda Auto.



Obr. 12: Výjezdové vozidlo Výzkumu dopravní bezpečnosti. [20]

Vzhledem k výpočetní technice, která je již dnes do osobních vozidel montována je tým odborníků schopen vyčíst mnoho informací, které se týkají předmětné události. Toto v dalším zkoumání příčin dopravní nehody může pomoci jak Policii ČR, tak i v samotném zkoumání chování vozidla. Přímá účast odborníků z centra pro výzkum bezpečnosti na místě dopravní nehody je neocenitelná právě pro vývoj nových vozů vzhledem k jejich celkové konstrukci. Jejich činnost spočívá zejména v detailní dokumentaci poškozených vozidel, dokumentaci stop a stažení dat (samozřejmě pokud to poškození vozidla dovoluje) z mikropočítače umístěného ve vozidle. Pak už následuje práce na vyhodnocování zjištěných údajů, ze kterých se tvoří výstupy pro jednotlivá konstruktérská pracoviště.

5. Vliv prvků pasivní bezpečnosti ke konstrukci vozidla

Dnešní vozidla se samonosnými karosériemi umožňují řešit deformační zóny s programovou účinností, kdy se zpoždění rovnoměrně rozděluje na celou dobu deformace. Pomocí počítače se dá s velkou přesností navrhnout deformační zóna tak, že následné zkoušky s hotovým vozidlem většinou potvrdí vypočítané hodnoty. Celá deformační zóna je optimalizována z hlediska sil, které budou při plném i přesazeném nárazu na vozidlo působit. Kromě různě silných plechů se používá vhodný tvar deformačních prvků. Důležité je vytvořit zónu sice příčně velmi tuhou a pevnou, ale na druhé straně podélně poddajnou. Příčná tuhost je nutná z hlediska uložení přední nápravy a přenosu sil při přesazeném nárazu i do nezasazené části. Tuhost oblasti přední masky je důležitá, aby se při nárazu do úzké překážky (sloupy, stromy – nejhorší možné zatížení) celý předek nezkroutil okolo jednoho bodu. Nejhorší případy jsou nárazy z boku (kde se jen velmi těžko nějaká funkční deformační zóna vytváří), nebo pod úhlem na přední sloupek. Uložení motoru vpředu podélně a pohon zadní nápravy je problém, protože směr působení síly při čelním nárazu se přenáší přes motor, převodovku a kardan na zadní nápravu, tedy dost nepoddajnou soustavou. Z tohoto důvodu se motor a převodovka ukládají pod mírným úhlem zadní části dolů, aby se celá sestava definovaně zkroutila pod vozidlo. Uložení motoru a převodovky tedy musí být natolik měkké, aby se poháněcí soustava lehce utrhl a negativně neovlivňovala deformaci přidě.[12]

Při vytváření deformační zóny se přihlíží k umístění motoru a celkové hmotnosti vozidla. Těžší vozidla s dlouho přídí a zádí jsou na tom nesrovnatně lépe, než vozidla malá. Velká hmotnost a dlouhá deformační zóna zaručí nízké hodnoty přetížení za čas. Malé a lehké vozidlo jednak nemá tak dlouhou deformační zónu a zastavení vozidla nastane díky eliminaci menší hmoty dříve, při stejné rychlosti tedy budou hodnoty přetížení větší.[12]

Nárazníky vozidel mají za úkol zachytit a rozložit náraz na celou přední část vozidla, musí být tedy dostatečně tuhé a pevné. Dnes se jedná o výlisek z ocelového plechu, který překrývá plastový kryt, zlepšující aerodynamiku. Každé vozidlo musí mít nárazník vpředu a vzadu. Byla snaha sjednotit výšku nárazníků z důvodu omezení škod při srážkách hlavně v městském provozu, ke sjednocení nedošlo a bylo by to stejně neúčinné. Při brzdění se přední část vozidla skloní dolů a zadní část se automaticky nadzvedne, takže pro správnou funkci by

měl být přední nárazník o dost výše, než nárazník zadní, což by nepříznivě ovlivňovalo aerodynamiku a estetické ztvárnění vozidel.[12]

Kromě pasivní ochrany posádky uvnitř vozu se posuzuje působení vozidla při střetu s chodcem. Během sedmdesátých let zmizely z vozidel všechny ostré výčnělky (vystouplé kliky, ozdobné elementy), které by mohly při střetu s chodcem zvýšit riziko nebo následek střetu. Posuzuje se i tuhost kapoty v místě, kde většinou naráží hlava chodce při přímém střetu s vozidlem. Karosérie by neměla mít žádná místa, kde by se mohla zaklínit končetina osoby a následně těžce zraněna (až amputována). Z tohoto pohledu různé spoilery, které mají mřížky s velkými otvory, nebo dokonce dutá uzavřená zadní křídla, neodpovídají těmto požadavkům. Výsledky testů střetů vozidel s chodci nepatří zrovna do silných stránek většiny vozů. Zatím na tuto stránku pasivní bezpečnosti není dáván velký důraz, střet vozidla s chodcem nepatří mezi statisticky výrazné veličiny, ačkoli následky bývají velmi vážné. Úrazy takto vzniklé jsou tzv. druhotného působení, ke zranění většinou dochází až po nárazu těla odhozeného vozidlem na pevnou překážku, nebo jeho přejetím.[12]

Všechny úpravy, které jsou provedeny na vozidle nejsou k ničemu, pokud není posádka vozidla nějak fixována k sedačkám. Bezpečnostní pásy jsou nejdůležitější a hlavně povinnou součástí celého systému pasivní bezpečnosti. Jednotlivá upevňovací místa pro bezpečnostní pás v karosériích, nebo na sedačce jsou vybaveny již z výroby speciálním závitem, který neumožní montáž jiného, než originálního šroubu, příslušejícího k tomuto zařízení. Je to proto, aby nedošlo k záměně za normální šroub, který nemusí splňovat pevnostní požadavky na toto místo kladené. [12]

Bezpečnostní pásy můžeme ještě rozdělit podle počtu bodů, v kterých jsou připevněny k vozidlu. Nejčastěji jsou používány pásy tříbodové, kdy jeden bod je nahoře nad ramenem a další dva po stranách sedačky. Dříve byly upevňovací body vytvářeny na karosérii, toto řešení ale neumožní optimální polohu pásů na těle při různém nastavení vzdálenosti sedadla od volantu. U nových konstrukcí se upravila konstrukce sedadla a jeho uchycení a některé body se umísťují přímo na ní. U zadních sedadel se kromě dvou tříbodových pásů používá jeden pás dvoubodový, který se zapíná přes břicho a nebývá samonavíjecí. Montuje se na prostřední sedačku.[12]

Mezi novinky pasivní bezpečnosti co se týče konstrukce vozidla je polohovatelná kapota pro chodce.



Obr.13: Ukázka nárazu figuríny do aktivované aktivní kapoty. [21]

Cílem polohovatelné kapoty je zmírnění následků při střetu automobilu s chodcem. Aktivní kapota (obr. 13) funguje na poměrně jednoduchém principu. Jakmile senzory umístěné v předním nárazníku vyhodnotí, že došlo ke srážce s chodcem, pyrotechnické rozbušky doslova vystřelí přední kapotu a ta se mírně nadzvedne. Tím vznikne pod kapotou větší prostor pro zpomalení těla chodce, jelikož se zvětší vzdálenost od tvrdých součástí, jako je např. motor apod. Zvednutá přední kapota funguje jako jakýsi polštář a tlumič nárazu pro chodce. K vystřelení dojde za pouhých 30 ms.[13]

6. Trendy vývoje prvků pasivní bezpečnosti vzhledem ke konstrukci vozidla

Vývojové trendy s sebou přinášejí neustále se zvyšující rychlost ve všech odvětvích lidské činnosti. Co se týče dopravní mobility, tomuto trendu se zcela vyhnout nedá. Dochází k vývoji rychlejších motorových vozidel, neustále se zlepšuje infrastruktura a zvyšování rychlosti pohybu je toho přirozeným důsledkem. Existuje však hranice, do které je rychlost pozitivem a od které začínají převažovat její negativa. Evropská rada pro bezpečnost dopravy

(ETSC) varuje před stále rostoucím počtem případů zaviněných dopravních nehod vlivem nedodržování nejvyšší dovolené rychlosti. Ve státech Evropské unie je v roce 2007 registrován nárůst překročení nejvyšší dovolené rychlosti o téměř 6% v místech se stanovenou rychlostí 30 km/h, o 20% tam, kde platí rychlost 60 km/h a o téměř 40 % tam, kde je rychlostní limit stanoven na 120 km/h. [14]

Ze statistických údajů všeho druhu, které se týkají dopravních nehod je zřejmé, že rychlost vozidla je problém se kterým společnost nedokáže účinně bojovat. Někde je zřejmé, že ani není vůle s tímto fenoménem účinně něco dělat. A proto je nezbytné, aby se s tímto problémem, alespoň částečně vypořádali výrobci vozidel tím, že vozidlo bude bezpečnější. Bohužel je zřejmé, že v rychlostech např. nad 100 km/h jsou veškerá opatření týkající se pasivních bezpečnostních opatření ve vozidle již neúčinná a nebo účinná pouze v omezené míře.

Trendy pasivní bezpečnosti se ubírají hlavně směrem zdokonalování již existujících prvků pasivní bezpečnosti ve vozidlech. Jedná se o zdokonalování zádržných systémů, které jsou doplňovány novými zařízeními, jež zvyšují jejich účinnost. Dále se jedná o zvyšování účinnosti airbagů. Vzhledem k tomu, že airbag jako takový dosáhl maxima své účinnosti a plní svou úlohu velice zdárně je nutné zde problematiku nechat ubírat jiným směrem. Využití obecně airbagu dosáhlo již v celku dokonalosti, proto jeho využití jde cestou zvyšováním jeho počtu ve vozidle. Původně Airbag byl pouze jako ochrana pro řidiče a ihned následovala ochrana pro spolujezdce na předním sedadle. V tomto případě se jednalo o samostatný čelní airbag, který však chránil posádku na předních sedadlech pouze při čelním nárazu. V dnešní době jsou již běžné airbasy boční, které chrání proti vážným zraněním při nárazu bočním. Je zde však ještě mnoho aspektů, které mají k dokonalosti daleko a proto trendy u vývoje airbagů jdou směrem, jak již bylo výše uvedeno ke zvýšení jejich počtů. Dnes se objevují ve výbavě vozidel kolenní airbasy, které chrání spodní část těla při deformaci karoserie. Další novinkou jsou airbasy, které je možné umístit do konstrukce sedadla. Zde se již jedná stejně jako u kolenního airbagu o ochranu posádky vozidla nejen na předním, ale i na zadním sedadle. Cílem těchto opatření je, aby bylo v co největší míře eliminováno zrychlení působící na organismus při nárazu vozidla.

Výzkum, který je v počátcích, do kterého konstruktéři a výrobci vozidel vkládají největší naděje je v samotné konstrukci vozidla. Jedná se zejména o možnost výroby nových materiálů. Vzhledem k tomu, že je dnes možné vyrábět složité kompozitní materiály, tak

výzkum, který může směřovat do budoucna je zejména v tomto odvětví. Právě užití nových materiálů do konstrukce vozidla umožňují nejrůznější modelové počítačové simulace. Tím se jejich užití výrazně zlevňuje, protože dnešní počítače dokážou již před vstupem materiálů do samotné výroby věrně nasimulovat jejich strukturu a chování v jednotlivých situacích. Prudkým rozvojem výpočetní techniky, která do budoucna nabírá čím dál vyšší obrátky je možné právě tyto materiály zdokonalovat. Právě virtuální vývoj a testování je důležitou součástí pro vývoj vozu, která má do budoucnosti velký potenciál. Už v dnešní době se konstrukce karoserie i deformační zóny celého vozu nejprve vytvoří a následně testují na tzv. 3D modelu. Tenhle způsob má své nesporné výhody, protože zde odpadá nákladná výroba prvotního prototypu. Finální bariérové zkoušky se pak již provádějí s reálným, tzn. hmotným prototypem vozu. Těchto zhruba 25 a provádějí se až na konci vývojového procesu, zejména pro ověření správnosti testování ve virtuálním prostředí. Vývoj a zdokonalování právě programů používaných pro virtuální zkoušky je novým trendem používaným ve vývoji prvků pasivní bezpečnosti.

Ve chvíli kdy je vozidlo již hotovo, je nutné přistoupit k jeho zkouškám. Zde právě nastupují různé druhy cash testů. Jejich význam stoupá právě s prudkým rozvojem výpočetní techniky, protože již v dnešní době je možné snímat nepřeborné množství údajů, jejichž počet se samozřejmě s rozmachem elektroniky zvyšuje. S tím přímo souvisí zdokonalování a zlepšování činnosti různých snímačů a měřidel. Dalším směrem kam budoucnost pasivní bezpečnosti směřuje je zvyšování počtu a zdokonalování samotných crash testů. Příkladem takového novodobého cash testu, který simuluje reálnou situaci, ke které může dojít v běžném provozu je test z 7. září 2010, který byl zrealizován firmou Škoda Auto na firemním polygonu automobilky v Mladé Boleslavi.

Tento crash test vychází z reálné situace běžného provozu na pozemních komunikacích, ke kterým již došlo. Řidič vozu jedoucí po rovině mimo obec začne přejíždět vlivem mikrospánku (nebo zdravotní indispozici) do protisměru v rychlosti 90 km/h. Řidič protijedoucího vozu se snaží nehodě zabránit uhnutím co nejvíce ke kraji vozovky a intenzivním brzděním až do úplného zastavení. Nehodě však nezabrání a následuje přesazený čelní náraz vozidla jedoucího 90 km/h do stojícího vozidla. Tato situace je simulována na dvou osobních vozidlech. Stojící vozidlo Škoda Superb, jehož posádku tvoří figuríny představující vedle dvou dospělých osob také jedno 6leté a jedno 3leté dítě. Jedoucím vozidlem je Škoda Yeti, jehož posádku tvoří podobně jako u prvního vozidla figuríny dvou dospělých osob, jednoho 3letého a jednoho 1,5ročního dítěte. Všichni malí pasažéři jsou

upoutání v dětských zádržných systémech dodávaných jako příslušenství pro vozy Škoda. V zavazadlovém prostoru každého vozidla je záznamové zařízení, které snímá vedle hodnot zatížení jednotlivých figurín i vybrané hodnoty vozidla. Celý náraz snímá 7 klasických rychloběžných kamer, které se používají při laboratorních testech. Jednu z výjimek oproti laboratorním podmínkám tvoří pohonný systém vozu Yeti. Zatímco při laboratorní zkoušce v hale je vozidlo taženo lanem umístěným v drážce, zde je jedoucí vůz poháněn svým motorem. Technici vozido nastartovali, zařadili třetí rychlostní stupeň a počáteční rychlost mu pomohl udělit roztláčující další Superb.



Obr. 14: Náraz v 90 km/h Škoda Yeti do stojícího Škoda Superb. [20]

Náraz byl v 90 km/h velmi intenzivní (obr. 14). Při nárazu se jejich předky nadzvedly a následně přetočily kolem své osy. Obě vozidla se těsně po nárazu od sebe vzdálila. Celý nehodový děj trval méně než půl sekundy.



Obr. 15: Poškození na vozidle Škoda Yeti po srážce.[22]

Podle metodiky EuroNCAP vůz Superb splnil požadavky na ochranu dětí na 100 procent, za ochranu dospělých by dostal 98,25 procenta z možných bodů. Ve voze Yeti byly opět děti ochráněny stoprocentě a za ochranu dospělých by vůz obdržel hodnocení 99,94 procenta. Jedinými místy na těle figurín, které byly ohroženy zraněními, byly holeně předních cestujících. Na hlavu figuríny řidiče působila v okamžiku nárazu síla 35 G a uprostřed vozu, v místech, které zůstává bez deformací, bylo naměřeno 28 G. Což jsou hodnoty, které by v lidském organismu, protože na něj působí jen velmi krátkou dobu, neměly nijak výrazně uškodit. Na tomto reálném příkladu je jasně vidět, že dnešní bezpečnost ve vozidlech je opravdu na vysoké úrovni a trendy nastavené v rámci pasivní bezpečnosti jdou správným směrem.



Obr. 16: Poškození na vozidle Škoda Superb po srážce.[22]

7. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo stručně popsat historii pasivní bezpečnosti, popsat současný stav pasivní bezpečnosti a dotknout se výhledu do budoucna, i když předjímat jak bude vypadat bezpečnost vozidel budoucnosti je asi věštění z křišťálové koule. V závěru této bakalářské práce bych se pokusil shrnout některé poznatky nabyté u reálných dopravních nehod. Nechci zde opisovat čísla ze statistických údajů z dopravní nehodovosti, ale rád bych na několika řádcích vyjevil svůj vlastní pohled na pasivní bezpečnost, která má přímou souvislost a základ u skutečných dopravních nehod.

Dopravní nehodovost a bezpečnost v silničním provozu je v současné době obrovský fenomén skloňovaný ve všech možných pádech. Z pohledu nedávné historie cca. 20 let zpět se pasivní bezpečnost vozidel a bezpečnost jako taková na silnicích dostala do úplně jiné dimenze. Vzhledem ke zvýšení bezpečnosti vozidel, která je s uvedenou dobou v dnešní době nesrovnatelná nemůžeme říci, že by se rapidně oproti tehdejší době snížila početně nehodovost, a nebo počet mrtvých. Toto je samozřejmě způsobeno několikanásobným zvýšením počtu vozidel, které se pohybují po komunikacích na celém světě. Bohužel se jen těžko snižuje počet obětí, které zahynou na komunikacích v důsledku dopravních nehod. Spalovací motory ve vozidlech jsou dnes asi již na maximální technické úrovni s čímž přímo

souvisí jejich výkon. Výkonné motory dnes již nejsou žádnou výjimkou a proto i rychlost na pozemních komunikacích i přes různá legislativní a zákonná opatření se neustále zvyšuje. Bohužel žádné prvky aktivní ani pasivní bezpečnosti nemohou být účinné, pokud lidský faktor (do bezpečnosti vozidel musíme lidský faktor přičíst), který je nejzranitelnějším článkem celého systému bezpečnosti poruší všechna základní bezpečnostní pravidla, která se týkají zejména právě dodržování bezpečné rychlosti. Pokud vozidlo havaruje v rychlosti 100 km/h a více tak již zde selhávají všechny prvky pasivní bezpečnosti, které se ve vozidle nachází. Nejsou prostě konstruovány na tak vysoké rychlosti, ani to není technicky možné. Lidský faktor selhává v základních rysech a zejména pudu sebezáchovy. V dnešní době je více jak polovina dopravních nehod s následky na životě a zdraví způsobena právě nepřiměřenou rychlostí. Stejně tak jednoznačně selhávají všechny bezpečnostní systémy ve vozidle při dopravních nehodách na železničních přejezdech. Jednoduše řečeno osobní vozidlo těžko může soupeřit s lokomotivou, která jede třeba jenom rychlostí 50 km/h. Bohužel všechny bezpečnostní prvky mají na lidské myšlení negativní dopad a to v tom, že se nemůže nic stát.

Z pohledu reálných dopravních nehod jsou nejdůležitějšími změnami za posledních 20 let ohledně pasivní bezpečnosti změny v konstrukci vozidel, doplnění tříbodových pásů běžně i na zadní sedadla a vylepšení jejich činnosti pyrotechnickými přitahovači a omezovači tahu, vybavení vozidel předními airbagy do základní výbavy vozidla a jinak zvýšením jejich počtu prakticky pro každého cestujícího ve vozidle, výškově stavitelné hlavové opěrky, úchyty Isofix na zadních sedadlech a v neposlední řadě oka pro uchycení nákladu v zavazadlovém prostoru. Mnoha změnami k lepšímu prošel i vývoj dětských autosedaček, kdy např. Škoda Auto nabízí autosedačky vlastní výroby. Proto není nutné se již spoléhat jen na externí dodavatele, ale je možné autosedačku zakoupit přímo s novým vozem. Zde odpadá problém se spolehlivostí, protože při tomto druhu pořízení autosedačky je bezpečnost samotné autosedačky a její umístění ve vozidle striktně dané a proto také splňuje nejvyšší možná kritéria z hlediska bezpečnosti.

Nedílnou součástí neustálého zvyšování bezpečnosti vozidel je také samozřejmě samotná konstrukce karoserie vozidel. V dnešní době je možné vyrobit některé části karoserie, kde je to potřeba s extrémní tuhostí a naopak, některé části měkké. Lehce neformovatelný materiál se používá na ty části vozidla, kde potřebujeme pohltit co nejvíce energie vzniklé při nárazu. Opak je právě materiál s extrémní tuhostí, který se používá jako výztuž do dveří, sloupků, prahů, nebo nosných částí střechy. Právě v těchto místech je potřeba

maximálně zabránit deformacím. S konkrétními hodnotami jak s Crash testů, ale i reálných dopravních nehod se zabývají v a.s. Škoda Auto pracovníci Výzkumu dopravní bezpečnosti. Z jejich zkušeností a zjištění je nutno podotknout, že extrémně tuhý materiál, např. ocelové trubky, které se již dnes do vozidel jako výztuže sloupků, nebo dveří používají, jsou z hlediska bezpečnosti na velmi vysoké úrovni. Ne vždy však tato extrémní tuhost materiálu bezpečnost vozidla zvyšuje. Jedná se o druhý extrém, kdy sice osádka ve vozidle ač zraněná přežije (zejména díky tuhé konstrukci karoserie), ale zde nastává jiný problém, který se týká vyproštění zraněných osob, které potřebují okamžitou lékařskou pomoc z vozidla. Ve chvíli, kdy bude vozidlo vybaveno extrémně tuhými materiály použitými např. u sloupků vozidla, střešní části u dveří, prahů apod. může dojít k situaci, kdy se složky záchranného systému nemusí včas ke zraněné osádce vozidla dostat. Právě vývoj bezpečnosti v a.s. Škoda Auto se soustřeďuje na úzkou spolupráci s jednotlivými složkami IZS (integrovaného záchranného systému), protože jedině touto spoluprací a výměnou zkušeností je možno minimalizovat případné škody zejména na zdraví osádek vozidel. Důkazem tohoto je, že při jedné společné akci a.s. Škoda Auto a IZS, kdy byl simulován zásah IZS při dopravní nehodě poslední modelové řady Škoda Octavia došlo k situaci, že hasiči přítomní na místě se svým vybavením nedostali do vozidla, aby vyprostili osádku z poškozeného vozidla. Konkrétně hydraulickými nůžkami nedokázali přestříhnout střední sloupek uvedeného vozidla. Pokud by k takovéto situaci došlo při reálné dopravní nehodě mohla by tato skutečnost stát osádku vozidla vzhledem k velké časové prodlevě i život. Na tomto příkladu je jasně vidět, že nejen výrobci vozidel, ale i záchranné složky se musí přizpůsobovat a své vybavení přizpůsobovat daným podmínkám.

V závěru této bakalářské práce však musím konstatovat, že základním a jediným nejnebezpečnějším článkem i přes všechny prvky ať už aktivní, či pasivní bezpečnosti je lidský faktor. Tato myšlenka se dá dále vyselektovat, kdy z ní můžeme vybrat nejpočetnější skupinu a to jsou řidiči motorových vozidel. Pokud tuto skutečnost dáme dohromady se statisticky nejrizikovější příčinou dopravních nehod, kterou je rychlost, pak se dostáváme dle mého názoru poněkud do slepé uličky v boji za bezpečnější vozidla. Sebelépe vybavené vozidlo bezpečnostními prvky nemůže být ve své podstatě bezpečné, když nejdůležitější článek celého systému a to člověk selže. Každý den jsme na silnicích svědky rychlé jízdy některých řidičů. Podle pracovníků centra výzkumu bezpečnosti a.s. Škoda Auto jsou současné prvky pasivní bezpečnosti účinné maximálně do rychlosti 100 km/h a to ještě za určitých okolností. Jimi určená hranice se potvrdila i na crash testu Škoda Yeti vs. Škoda

Superb, který je uveden výše v této bakalářské práci. Zde se jednalo o náraz v rychlosti 90 km/h, kdy vozidlo Škoda Yeti touto rychlostí jelo a vozidlo Škoda Superb stálo. Jak jsem zjistil právě na tomto Safety Day prvky pasivní bezpečnosti se při vyšších rychlostech netestují, protože prostě pro vyšší rychlosti nejsou konstruovány a ztrácí v té chvíli smysl.

Všechny tyto myšlenky opírám nejen o výsledky týmu Výzkumu dopravní bezpečnosti, ale také a to zejména o zkušenosti získané na místech reálných dopravních nehod. Z mnoha příkladů jsem vybral dvě dopravní nehody, kde je sice příčina u obou rychlost vozidel, ale zde se právě zaměřuji na rychlost vozidel před dopravní nehodou.



Obr. 17: Osobní vozidlo Škoda Octavia Combi po dopravní nehodě.[23]

Na obr. 17 je dopravní nehoda, kde následky pro řidiče i vozidlo byly fatální, což je nakonec vidět i z poškození karoserie. Toto vozidlo Škoda Octavia narazilo svojí přední částí do stromu v rychlosti cca. 150 km/h. Zde ze snímku je jasně patrná deformace karoserie. Motor vozidla byl i přes neuvěřitelně silný náraz natlačen pod vozidlo, mimo kabinu pro osádku. Toto je přesně podle bezpečnostních parametrů vozidla, i když zkoušky bezpečnosti probíhají v rychlostech řádově o několik desítek km/h menších. Další poškození karoserie však pouze dokládá výše uvedenou myšlenku o ztrátě účinnosti prakticky všech prvků pasivní bezpečnosti při vysokých rychlostech. Při nárazu v rychlosti kolem uvedených 150 km/h dojde k devastujícímu poškození karoserie (v tomto případě dokonce až k zadní nápravě) a to v takové míře, že ohromné deformace vnějšího materiálu se následně přenesou do vnitřku vozidla tzn. interiéru. Zde dochází ke ztrátě prostoru, který je základem pro přežití osádky ve

vozidle a následným kontaktem osádky vozidla s vnitřním vybavením vozidla. Zde je jasně patrné, že vozidlo, které je svojí konstrukcí velice bezpečné a vybavené většinou prvků pasivní bezpečnosti, se stává v takovýchto rychlostech smrtelnou pastí prakticky pro celou osádku vozidla.



Obr. 18: Osobní vozidlo Škoda Favorit po dopravní nehodě.[23]

Na obr. 18 je vozidlo Škoda Favorit při prakticky totožné dopravní nehodě, kde je příčina opět nezvládnutí řízení vozidla vlivem nepřiměřené rychlosti. Zde má však název nepřiměřená rychlost úplně jiný rozměr, protože dle výpovědi řidičky se rychlost těsně před nárazem pohybovala mezi 50-60 km/h, tzn. o cca. 90-100 km/h nižší rychlost než v předešlém případě u vozidla Škoda Octavia. I když se v tomto případě jedná o vozidlo vyrobené na počátku 90tých let prakticky vybavené pouze třibodovými bezpečnostními pásy co se týká pasivní bezpečnosti, byly zde následky na zdraví minimální a to pouze lehké pohmoždění hrudníku řidičky právě od třibodového bezpečnostního pásu. Karoserie (která poskytuje minimální ochranu) dokázala i přes své stáří absorbovat většinu energie, která vznikla nárazem do stromu. Motor se hnul směrem dolů k zemi a vnitřní prostor ve vozidle zůstal prakticky nedotčen. V tomto případě starší vůz Škoda Favorit s minimálními prvky pasivní bezpečnosti na rozdíl od předešlého vozu Škoda Octavia poskytl maximální ochranu osádce vozidla, protože i když rychlost byla označena legislativně jako nepřiměřená s ohledem na bezpečnost, je rychlost až do 80-90 km/h považována za určitých okolností za bezpečnou.

Z tohoto plyne jednoznačný závěr, že lidský faktor nelze z procesu bezpečnosti vyloučit a jeho působení má spíše negativní vliv na případné následky. Minimalizace nebezpečí na silnicích je možné docílit pouze dobrou informovaností a maximální osvětou mezi všemi účastníky silničního provozu. Tak jako nelze šetřit finančními prostředky, které plynou do vývoje a výzkumu co se týče zvyšování bezpečnosti vozidel, nelze šetřit finanční prostředky vkládané do vzdělávání a osvětové činnosti mezi všemi účastníky silničního provozu.

Seznam obrázků :

- Obrázek 1: Třibodový pás Volva s jeho strůjcem Nilsem Bohlinem Zdroj: [4]
- Obrázek 2: Rozdělení pasivní bezpečnosti Zdroj [9]
- Obrázek 3: Bezpečnostní prvky a struktura karoserie Škoda Superb I vlevo a Škoda SuperbII vpravo Zdroj [20]
- Obrázek 4: Umístění bezpečnostních pásů ve vozidle Škoda Superb II Zdroj [20]
- Obrázek 5: Řez čelním airbagem řidiče Zdroj[15]
- Obrázek 6: Airbag spolujezdce umístěný v palubní desce Zdroj [16]
- Obrázek 7: Boční airbag Zdroj[15]
- Obrázek 8: Umístění airbagů ve vozidle Škoda Superb II Zdroj [20]
- Obrázek 9: Uchycení sedačky bezpečnostním pásem Zdroj [17]
- Obrázek 10: Uchycení sedačky systémem ISOFIX Zdroj [18]
- Obrázek 11: Aktivní opěrka hlavy Zdroj [19]
- Obrázek 12: Výjezdové vozidlo Výzkumu dopravní bezpečnosti Zdroj [20]
- Obrázek 13: Ukázka nárazu figuríny do aktivované aktivní kapoty Zdroj [21]
- Obrázek 14: Náraz v 90km/h Škoda Yeti do stojícího vozidla Škoda Superb Zdroj [20]
- Obrázek 15: Poškození na vozidle Škoda Yeti posrážce Zdroj autor
- Obrázek 16: Poškození na vozidle Škoda Superb po srážce Zdroj autor
- Obrázek 17: Osobní vozidlo Škoda Octavia Combi po dopravní nehodě Zdroj autor
- Obrázek 18: Osobní vozidlo Škoda Favorit po dopravní nehodě Zdroj autor

Seznam použitých zdrojů:

- [1]. KOVANDA Jan, ŠATOCHIN Vladimír Pasivní bezpečnost vozidel, Praha: ČVUT, 2000. 69 s. ISBN 80-01-02235-8
- [2]. KOVANDA Jan Konstrukce automobilů, Pasivní bezpečnost, Praha: ČVUT, 1996. 50 s. ISBN 80-01-01459-2
- [3] Autorevue.cz [online]. Bezpečnostní pásy 9.1.2012 [12.3.2012]. Dostupné na <<http://www.autorevue.cz/bezpecnostni-pasy-vyvoj-se-nezastavil>>.
- [4] BROGAN, Matt. Volvo celebrates 50 years of the seabelt [online]. Car Advice, 11.8.2009 [14.3.2012]. Dostupné na <<http://www.caradvice.com.au/37982/volvocelebrates-50-years-of-the-seatbelt/>>.
- [5] The history of car safety [online]. NRMA Motoring & services, [18.3.2012]. Dostupné na <<http://www.mynrma.com.au/motoring/road-safety/history.htm>>.
- [6] Autokontakty [online]. Airbag, 10.12.2010 [17.3.2012]. Dostupné na <<http://www.autokontakty.cz/clanky/airbag-v-aute>>.
- [7] History [online]. EuroNCAP, [19.3.2012]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/history.aspx>>.
- [8] VLK František Stavba motorových vozidel, Brno, Prof. Ing. František Vlk, DrSc. nakladatelství a vydavatelství, 2003. 499 s. ISBN 80-238-8757-2
- [9] VLK František Lexikon moderní automobilové techniky, Brno, Prof. Ing. František Vlk, DrSc. nakladatelství a vydavatelství, 2005. 344 s. ISBN 80-239-5416-4
- [10] VLK František Automobilová elektronika 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy, Brno, Prof. Ing. František Vlk, DrSc. nakladatelství a vydavatelství, 2006. 308 s. ISBN 80-239-7062-3
- [11] Toyota [online]. Toyota mění pojem bezpečnosti [29.4.2012]. Dostupné na <<http://www.toyota.cz/innovation/safety.tmex>>.
- [12] Škoda Techweb. Pasivní bezpečnost [30.4.2012]. Dostupné na <<http://www.skoda.panda.cz/cz/clanek.php3?id=419>>.
- [13] Autolexicon.net. PPDB [26.4.2012]. Dostupné na <<http://www.cs.autolexicon.net/articles/ppdb-pyrotechnic-pedestrian-deployable-bonnet/>>.

- [14] BESIP. Vliv rychlosti na bezpečnost silničního provozu [2.5.2012]. Dostupné na <<http://www.ibesip.cz/Rychlost/Vliv-rychlosti-na-bezpecnost-silnicniho-provozu>>.
- [15] Autolexicon.net [online]. 2009 [15.4.2012]. Dostupné z <<http://cs.autolexicon.net/articles/pre-safe-structure> >.
- [16] Skoda OM [online]. 2009 [12.4.2012]. Popis bočních airbagů. Dostupné z <http://www.skoda-auto.cz/cze/documents/manuals/a_suv/root/t4m0328.htm>.
- [17] Babylife.cz [online]. 2008 [29.4.2012]. Babylife.cz. Dostupné z <<http://www.babylife.cz/aktuality/bezpecnost-autosedacek> >.
- [18] Autosedacky-romer.eu [online]. 2009 [20.4.2012]. Bezpečnostní systém Isofix. Dostupné z <<http://www.autosedacky-romer.eu/bezpecnostni-system-isofix>>.
- [19] Autolexicon.net [online]. 2009 [15.4.2012]. Aktivní opěrka hlavy. Dostupné z <<http://cs.autolexicon.net/articles/aktivni-operka-hlavy/>>.
- [20] Foto archiv Škoda Auto a.s. 2011 [28.3.2012]. Výzkum dopravní bezpečnosti.
- [21] Autoliv Inc. [online], 2009, [15.4.2012]. Dostupné z: <<http://www.autoliv.com/>>
- [22] Fotoarchiv autor se souhlasem Škoda auto a.s.
- [23] Fotoarchiv Policie ČR foto autor