

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Ústav soudního znalectví v dopravě

Martin Šípek

**POŠKOZENÍ ZÁDRŽNÝCH SYSTÉMŮ
V AUTOMOBILECH PŘI DOPRAVNÍ NEHODĚ**

Bakalářská práce

2014



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní
d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K622.....Ústav soudního znalectví v dopravě

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Martin Šípek

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Poškození zádržných systémů v automobilech při
dopravní nehodě**

Název tématu (anglicky): The Damage of Restraint Systems in Vehicles During
the Traffic Accident

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod do problematiky
- Zádržné systémy obecně - bezpečnostní pásy, airbagy - funkčnost, umístění, homologace
- Zranění od zádržných systémů (např. zranění od airbagů při nepoužití bezpečnostních pásů)
- Příslušná legislativa
- Poškození zádržných systémů - typ a závažnost poškození
- Závěr - shrnutí, stanovení cílů diplomové práce

Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucího práce


Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Kovanda J., Šatochin V.: Pasivní bezpečnost vozidel, Vydavatelství ČVUT Praha 2000
ŠACHL, Jindřich. Analýza nehod v silničním provozu, ČVUT, 2010. 144 s. ISBN 978-80-01-04638-8
příslušné homologační předpisy

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **28. června 2013**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **25. srpna 2014**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



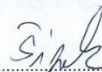
doc. Ing. Jindřich Šachl, CSc.
vedoucí
Ústavu soudního znalectví v dopravě





prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Martin Šípek
jméno a podpis studenta

V Praze dne28. června 2013

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zejména pak děkuji doc. Ing. Tomáši Mičunkovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu mého studia.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 14. srpna 2014



.....
Podpis

Anotace bakalářské práce

Název práce: Poškození zadržných systémů v automobilech při dopravní nehodě

Autor: Martin Šípek

Typ práce: Bakalářská práce

Rok obhajoby: 2014

Vedoucí práce: doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

Ústav soudního znalectví v dopravě K622

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní

Abstrakt: Předmětem bakalářské práce „Poškození zadržných systémů v automobilech při dopravní nehodě“ je představení jednotlivých typů zadržných systémů v automobilech. Je zde popsán jejich historický vývoj, princip funkce a také související legislativa. Součástí práce je i kapitola týkající se poškození zadržných systémů, které může vzniknout při dopravní nehodě.

Klíčová slova: Zadržný systém, bezpečnostní pás, airbag, opěrka hlavy, řídicí jednotka, předpínací zařízení, poškozený zadržný systém.

Abstract Bachelor's thesis

Title: The Damage of Restraint Systems in Vehicles during the Traffic Accident

Author: Martin Šípek

Document type: Bachelor thesis

Year of presentation: 2014

Supervisor: doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

Department of Forensic Experts in Transportation

Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences

Abstract: The purpose of the bachelor's thesis called "The Damage of Restraint Systems in Vehicles during the Traffic Accident" is to introduce particular types of restraint systems in vehicles. In the bachelor's thesis is described historical development, function and also related legislation of restraint systems. One chapter of bachelor's thesis includes possible damage of restraint systems, which may happen during the traffic accident.

Key words: restraint system, seatbelt, airbag, headrest, control unit, tensioning device, damaged restraint system

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Rozdělení zádržných systémů	10
2.1. Bezpečnostní pásy.....	11
2.2. Airbagy.....	13
2.3. Dětské zádržné systémy.....	15
2.3.1. Rozdělení dětských autosedaček [11]	15
2.3.2. Uchycení dětských autosedaček	16
2.3.2.1. Systém ISOFIX.....	16
2.4. Opěrky hlavy	18
2.4.1. Aktivní opěrka hlavy.....	18
3. Historie zádržných systémů	19
3.1. Bezpečnostní pásy.....	20
3.2. Airbagy.....	21
4. Základní princip zádržných systémů	23
4.1. Komponenty systému airbagu.....	23
4.2. Princip činnosti nafukovacích vaků	24
4.3. Komponenty bezpečnostního pásu.....	25
4.4. Předpínací zařízení bezpečnostních pásů	26
4.4.1. Omezovače síly v bezpečnostním pásu	29
5. Zranění způsobená zádržnými systémy.....	31
5.1. Zranění od bezpečnostních pásů.....	31
5.2. Zranění od airbagů.....	33
5.2.1. Zranění způsobená airbagy při nepoužití bezpečnostních pásů	34
6. Legislativa	35
6.1. Mezinárodní legislativa	35

6.1.1. Evropská hospodářská komise	35
6.1.2. Ostatní legislativa	36
6.2. Česká legislativa	37
6.2.1. Legislativa týkající se bezpečnostních pásů	37
6.3. Homologace zadržných systémů [31]	38
7. Poškození zadržných systémů.....	39
7.1. Poškození bezpečnostních pásů	40
7.1.1. Poškození navíjecího mechanismu	40
7.1.2. Poškození tkaniny bezpečnostního pásu.....	41
7.1.2.1. Umístění poškození	42
7.1.2.2. Velikost poškození.....	42
7.1.3. Poškození kotevních úchytů	44
7.2. Poškození airbagů	45
7.3. Poškození vzniklé opotřebením	47
8. Závěr.....	48
9. Seznam použité literatury	50
10. Seznam obrázků	54

Seznam použitých jednotek a zkratek

Zkratka	Význam
EHK	Evropská hospodářská komise
EHS	Evropské hospodářské společenství
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
tzv.	tak zvaně
např.	například
ms	milisekunda = 0,001s
g	tíhové zrychlení = $9,81\text{m/s}^2$
kN	kilo Newton = 1000N
F	síla
m	hmotnost
cm	centimetr = 0,01 m
a	zrychlení
kg	kilogram
km/h	kilometr za hodinu
t	tuna

Neoznačené obrázky jsou vytvořeny autorem práce.

1. Úvod

S rostoucí mírou automobilizace roste i riziko vzniku dopravních nehod. V dnešní době je tedy velmi důležitá otázka aktivní a pasivní bezpečnosti vozidel.

Prvky aktivní bezpečnosti mají za úkol předcházet dopravní nehodě. Patří sem např. brzdy, dobrý výhled z vozidla, kvalitní tlumiče osvětlení a také moderní elektronické systémy jako např. ABS – systém, který zabraňuje zablokování kol při brzdění a tím ztráty adheze mezi kolem a vozovkou nebo ESP – elektronický stabilizační program.

Prvky pasivní bezpečnosti mají naopak chránit cestujícího po dopravní nehodě. Jejich funkce je v dnešní době zkoušena nárazovými zkouškami – crash testy, které provádí samotní výrobce nebo např. organizace EuroNCAP. Tato organizace pak udává testovaným vozidlům hodnocení bezpečnosti v podobě udělení hvězdiček za bezpečnost – maximum 5 hvězdiček. Pro většinu cestujících je v dnešní době bezpečnost vozidla velmi důležitá, tudíž je hodnocení organizace EuroNCAP pro výběr nového automobilu jeden z rozhodujících faktorů. Mezi prvky pasivní bezpečnosti patří např. karoserie vozidla, deformační zóny, bezpečnostní pásy nebo airbagy.

Ve své bakalářské práci se budu právě zabývat pasivní bezpečností a to konkrétně problematikou zádržných systémů. V teoretické části se budu zabývat rozdělením zádržných systémů dále pak jejich historií, legislativou, která s tímto tématem souvisí, homologací a také zde popíši princip jejich funkce. Zároveň zde popíši zranění, která vznikají při nehodě právě od těchto systémů, které mají posádku při nehodě chránit. V praktické části se budu zabývat poškozením zádržných systémů. Cílem praktické části je popsat poškození jednotlivých druhů těchto systémů. Dále pak rozsah, umístění poškození a faktory, které mají vliv na vznik těchto poškození.

2. Rozdělení zádržných systémů

Zádržné systémy lze definovat jako systémy, které mají za úkol minimalizovat vážnost zranění osoby při prudkém zpomalení vozidla nebo při dopravní nehodě.

Při srážce s pevnou překážkou se pohybová energie automobilu mění deformací na přetvárnou práci (deformační energii). [1] Avšak cestující se v automobilu nadále pohybuje nezměněnou rychlostí. A právě bez použití zádržných systémů, dopadá velkou rychlostí na interiér vozidla, o který mohou vzniknout nemalá poranění.

Předpis EHK/OSN č. 16 definuje zádržný systém jako:

„Systém pro určitý typ vozidla nebo typ stanovený výrobcem vozidla a odsouhlasený technickou zkušebnou, sestávající ze sedadla a pásu, uchycený na vozidle příslušnými připevňovacími součástmi a kromě toho obsahující všechny prvky, které slouží ke snížení rizika poranění uživatele v případě náhlého snížení rychlosti vozidla omezením pohyblivosti těla uživatele.“ [2]

Tyto systémy mají v automobilech velmi důležitou bezpečnostní funkci a ročně zachrání tisíce životů. Hledisko pasivní bezpečnosti je v dnešní době velice aktuální a samozřejmě hraje i velikou roli při výběru automobilu. I proto se automobilky snaží vyvinout co nejefektivnější zádržné systémy. U novějších automobilů jsou tyto systémy mnohem více propracovány a tím pádem více chrání cestující před zraněním při dopravní nehodě.

Rozlišujeme dva typy zádržných systémů. A to aktivní zádržné systémy, které musí cestující sám obsluhovat a pasivní zádržné systémy, které jsou připraveny k funkci bez obsluhy cestujícího. [1]

Standardní součástí výbavy automobilu z hlediska pasivní bezpečnosti jsou v dnešní době samozřejmě bezpečnostní pásy. Dále pak nafukovací vaky – airbagy, které v kombinaci s bezpečnostními pásy tvoří spolehlivou ochranu při

dopravní nehodě. Důležitou funkci mají pak také sedadla, opěrky hlavy a nesmíme opomenout ani zádržné systémy určené dětem – autosedačky.

Všechny tyto prvky pasivní bezpečnosti musí být z materiálu, který je nehořlavý, netoxický, nemá žádné ostré výčnělky, nepodléhá korozi, má dlouhou životnost a má vysokou pevnost. [3]

2.1. Bezpečnostní pásy

Bezpečnostní pásy patří mezi tzv. popruhové zádržné systémy a mohou být jak aktivní tak i pasivní. Dále se rozdělují podle počtu bodů, jimiž je cestující připoután od dvou až do osmi. Dvoubodové pásy se dnes používají jen zřídka, jelikož při čelním nárazu není omezen pohyb horní části těla. Můžeme je ovšem vidět například v autobusech. Nejčastěji se používá pás třibodový, který již chrání i horní část těla cestujícího. Čtyř a více bodové pásy se používají především v závodních a sportovních automobilech. Čtyřbodový pás můžeme vidět na obrázku č. 1.



Obrázek 1 - 4 - bodový bezpečnostní pás [4]

Předpis EHK/OSN č. 16 definuje bezpečnostní pás jako:

„Uspořádání popruhů s uzavírací sponou, seřizovacími zařízeními a připevňovacími kováními způsobilé k ukotvení v motorovém vozidle a konstruované tak, aby se v případě srážky nebo náhlého zpomalení vozidla zmenšovalo nebezpečí poranění uživatele tím, že omezuje pohyblivost jeho těla. Takové uspořádání se obecně označuje názvem souprava pásu a tento termín rovněž zahrnuje jakékoliv zařízení pro pohlcování energie nebo pro navíjení pásu.“ [2]

Pasivní zádržné systémy jsou trvale bez vůle cestujícího připraveny k funkci. V tomto případě bezpečnostní pásy automaticky obepnou cestujícího po usednutí do vozidla a jsou připraveny k činnosti [1]. V případě aktivních pásů se jedná o samonavíjecí popruhy, které umožňují volný pohyb cestujícího během jízdy.

Účelem bezpečnostních pásů je udržet cestujícího při čelním nárazu v sedadle a tím zabránit nárazu na interiér vozidla. Velkým nedostatkem je ovšem to, že při nárazech šikmo zepředu klesá ochranný účinek bezpečnostních pásů a při nárazu z boku nemají ochranný účinek téměř žádný.

Velmi důležitou roli mají bezpečnostní pásy při převrácení nebo při kutálení auta po nehodě. Pás se v tomto případě díky blokovacím mechanismům zasekne a udrží cestujícího v sedadle, který se tak nezraní o vnitřní vybavení vozidla.

Kotevní úchyty bezpečnostních pásů [5]

Kotevní úchyty jsou definovány jako *„části nosné konstrukce vozidla nebo sedadla nebo ostatních částí vozidla, k nimž musí být pásy připevněny.“*

Kotevní úchyty musí být navrženy, vyrobeny a umístěny tak, aby umožňovali instalaci vhodného bezpečnostního pásu. Dále musí snižovat na nejmenší možnou míru nebezpečí sklouznutí pásu, když je správně nasazen. Také pak

zmenšují možnost poškození bezpečnostního pásu stykem s ostrými tuhými částmi nosné konstrukce vozidla nebo sedadla.

2.2. Airbagy

Airbag je další prvek pasivní bezpečnosti, který patří do kategorie zádržných systémů. Jedná se vlastně o látkový nafukovací vak, který má za úkol chránit příslušné části lidského těla před nárazem do vybavení interiéru vozidla (volant, palubní deska). Zapnutý bezpečnostní pás sice tento náraz zmenšuje, avšak při vyšších rychlostech tomuto nárazu nelze zcela zabránit. Zcela předcházet tomuto nárazu by měl právě airbag.

Předpis EHK/OSN č. 16. definuje airbag jako:

„Airbagem cestujícího se rozumí souprava airbagu určená k ochraně osob sedících na sedadlech jiných než na sedadle řidiče při čelním nárazu.“ [2]

A soupravu airbagů jako:

„Soupravou airbagu se rozumí zařízení instalované jako doplněk bezpečnostních pásů a zádržných systémů v motorových vozidlech, tj. systém, který při prudkém nárazu vozidla automaticky rozvine pružný polštář tak, aby se tlakem plynu v něm obsaženého omezila vážnost následků dotyku jedné nebo více částí těla osoby ve vozidle s interiérem prostoru pro cestující.“ [2]

V dnešní době existuje především v modernějších automobilech celá řada airbagů, které po nárazu chrání cestujícího. Jedná se zejména o:

- Čelní airbag řidiče - umístěn ve středové části volantu
- Čelní airbag spolujezdce – umístěn v horní části palubní desky na místě spolujezdce
- Boční airbagy – umístěny v bočnicích sedadel nebo v konstrukcích dveří
- Hlavové airbagy – umístěny ve stropním obložení nebo nad bočními sloupky
- Kolení airbag – umístěn pod přístrojovou deskou



Obrázek 2 - druhy a umístění airbagů ve vozidle [6]

Na obrázku č. 2 vidíme různé druhy airbagů – 1 čelní airbag řidiče, 2 čelní airbag spolujezdce, 3 hlavový airbag, 4 boční airbag, 5 kolení airbag.

Objem jednotlivých airbagů je také různý. Objem nafouknutého airbagu řidiče je asi 65 litrů, airbag spolujezdce má objem přibližně 90 litrů, jelikož i prostor před spolujezdcem je větší než prostor před řidičem. Boční airbagy mají pak objem kolem 15 litrů. [7]

Je však také důležité zmínit, že airbag slouží především jako doplněk k bezpečnostním pásům a že nenahrazuje jejich účinek, ale doplňuje jej. Účinek airbagů je velmi krátký: airbag se bleskově rozbalí a nafoukne, vzápětí ale opět splaskne. A to z několika důvodů: [8]

- Obnovení výhledu řidiči
- Omezení pružnosti airbagu

Airbag nesmí působit jako pružný balón, ale má měkce zabrzdit prudký setrvačný pohyb těla cestujícího v interiéru. Kdyby tělo odrazil zpět, zvětšilo by se přetížení i doba jeho expozice. [9]

2.3. Dětské zádržné systémy

Dětský zádržný systém neboli dětská autosedačka je prvek pasivní bezpečnosti, sloužící ke zvýšení bezpečnosti při přepravě dětí. Jedná se o velice důležitou součást zádržných systémů, jelikož chrání nejmladší účastníky při dopravní nehodě.

Předpis EHK/OSN č. 44. definuje dětský zádržný systém jako:

„Uspořádání součástí, které může obsahovat kombinaci popruhů nebo ohebných součástí s pojistnou sponou, seřizovacích zařízení, připevňovací kování a v některých případech přídatné zařízení jako je brašna na přenášení dítěte, dětský nosič, přídatná sedačka nebo nárazový štít, které lze ukotvit k motorovému vozidlu. Je navrženo tak, aby omezením pohyblivosti těla uživatele snižovalo nebezpečí zranění uživatele v případě srážky nebo prudkého zpomalení vozidla.“ [10]

2.3.1. Rozdělení dětských autosedaček [11]

Dětské autosedačky se dělí do čtyř skupin označených číslem 0-3 podle hmotnosti dětí. Hmotnost samozřejmě není rozhodující faktor. Obecně platí, že pokud vyčnívá hlavička dítěte ze sedačky, doporučuje se přejít na následující skupinu i dříve.

Skupina 0 a 0+

Je určena pro děti od narození přibližně do 13 kg. Tedy pro děti, které sami nedokážou přirozeně sedět. Tyto sedačky se většinou kladou na zadní sedadla, v ojedinělých případech se mohou umístit i na sedadlo spolujezdce, ale v tomto případě musí být vypnutý přední airbag. V obou případech se pak upevňují proti směru jízdy.

Skupina I

Je vhodná pro děti, které jsou schopny již sami sedět s váhou okolo 9 – 19 kg. Tato autosedačka se již upevňuje po směru jízdy. Samotná sedačka má potom vlastní pěti bodový pás pro udržení dítěte v bezpečné poloze.

Skupina II

Je určena pro odrostlejší děti, které váží mezi 15 – 25kg. Tato sedačka se opět uchycuje po směru jízdy, nemá avšak oproti předchozímu typu vlastní popruhový systém. Ten je nahrazen klasickým tříbodovým pásem vozidla. U tohoto typu je velice důležité správné vedení pásu přes tělo dítěte.

Skupina III

Je určena pro děti od 22 – 36 kg respektive pro děti do výšky 150 cm. V tomto případě se nejedná o klasickou sedačku, ale o zvýšené sedadlo, které se používá společně s tříbodovým pásem. Díky této zvýšené sedačce je dítě výše posazeno a dochází ke správnému vedení bezpečnostního pásu přes jeho tělo. Při nepoužití tohoto typu sedačky může při dopravní nehodě dojít k poranění měkkých částí těla, jako jsou břicho a hlavně oblast krku.

2.3.2. Uchycení dětských autosedaček

Uchycení dětské sedačky se v dnešní době realizuje dvěma způsoby. První způsob je upoutání autosedačky pomocí klasického pásu pro dospělé. V tomto případě, ale může docházet k nesprávnému uchycení sedačky, což může mít za následek vážné poranění dítěte při dopravní nehodě. Druhý způsob je pomocí systému ISOFIX.

2.3.2.1. Systém ISOFIX

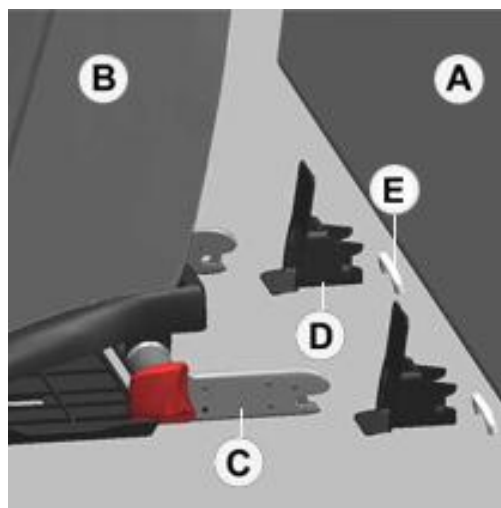
ISOFIX je způsob upevnění dětské autosedačky do automobilu. Skládá se ze dvou pevných kotevních úchytů na vozidle a ze dvou odpovídajících úchytů umístěných na dětské autosedačce, které zapadají do příslušných kotevních úchytů vozidla. Tyto úchyty jsou pevnou součástí karoserie a jsou umístěny

v polstrování sedadel. [12] Tento systém zabraňuje chybám instalace, ke kterým může dojít, pokud je dětská autosedačka uchycena pomocí bezpečnostního třibodového pásu.

Předpis EHK/OSN č. 44. definuje ISOFIX jako:

„ISOFIX je systém spojení dětských zádržných systémů s vozidlem, jenž má dva tuhé kotevní úchyty na vozidle, dvojí odpovídající tuhé připevňovací kování na dětském zádržném systému a prostředek omezující rotaci dětského zádržného systému kolem vlastní osy.“ [10]

Oproti uchycení pomocí bezpečnostních pásů má systém ISOFIX několik výhod. Jedná se především o pevné a bezpečné spojení mezi dětskou autosedačkou a vozidlem. Zároveň je toto uchycení jednoduché, díky němuž dochází k rychlé instalaci popřípadě demontáži autosedačky a ta je ve vozidle fixována, i když není obsazena. Dále pak sedačku se systémem ISOFIX můžeme uchytit i pomocí bezpečnostního pásu, pokud vozidlo není vybaveno příslušnými kotevními úchyty.



Obrázek 3 - uchycení pomocí ISOFIX [12]

Na obrázku č. 3 je znázorněno uchycení autosedačky pomocí ISOFIX, kde A=karoserie, B=dětská autosedačka, C=rameno západky, D=zaváděcí přípravek a E=třímen západky.

2.4. Opěrky hlavy

V dnešní době je již každý automobil vybaven hlavovými opěrkami a to na všech místech určených k sezení. Jedná se o velice důležitý prvek pasivní bezpečnosti, i když si to většina lidí moc neuvědomuje.

Předpis EHK/OSN č. 25. definuje opěrku hlavy jako:

„opěrkou hlavy se rozumí zařízení, jehož účelem je omezit pohyb hlavy dospělého cestujícího dozadu vzhledem k jeho trupu, aby se snížilo nebezpečí zranění krčních obratlů tohoto cestujícího v případě nehody.“ [13]

Hlavním účelem hlavových opěrek je snížit riziko závažného poranění krku, krční páteře nebo míchy (hyperextenze krku). K těmto zraněním dochází nejčastěji při nárazu do vozidla zezadu. Další důležitou funkcí hlavových opěrek společně se sedadly je zabránit vzniku poranění od pohybujících se předmětů uvnitř vozidla při dopravní nehodě. [14]

Opěrky hlav mohou být konstruovány třemi způsoby:[9]

- Integrální – je tvořena horní částí opěradla sedadla
- Oddělitelná – je upevněná na opěradle a dá se snadno oddělit
- Samostatné – je zcela nebo částečně upevněna mimo opěradlo nebo sedadlo

2.4.1. Aktivní opěrka hlavy

Poranění krku a krční páteře je druhým nejčastějším vážným následkem dopravních nehod. Systém aktivních opěrek, se kterým poprvé přišla automobilka Opel v roce 1999, se snaží tento druh zranění eliminovat.

Aktivní opěrka hlavy funguje na jednoduchém pákovém mechanismu. Ta se při dopravní nehodě posune blíž k týlu cestujícího a tím pomůže účinnějšímu a především bezpečnějšímu zpomalení hlavy při zpětném pohybu po nárazu. Tato opěrka tedy vlastně podloží hlavu cestujícího a tím vyztuží jeho krční páteř a pomůže zachytit setrvačné síly, které v okamžiku nárazu zatěžují krční páteř.

Podle statistik je při nárazu zezadu až 90% právě zranění krku nebo krční páteře. A tento prvek pasivní bezpečnosti by těmto vážným zraněním měl předcházet. [15] Princip funkce je vidět na obrázku č. 4.



Obrázek 4 - aktivní opěrka hlavy [15]

3. Historie zádržných systémů

„Potřeba chránit cestující při dopravní nehodě byla jedním z hlavních témat vývoje automobilu od doby, kdy jejich rychlost začala být pro posádku nebezpečná.“ [16]

Zádržné systémy jsou velmi důležitým prvkem pasivní bezpečnosti vozidel a jsou do automobilů instalovány již od počátků tohoto průmyslu. Nejprve jako jednoduché bezpečnostní popruhy a s postupem času docházelo k vývoji a vylepšování nových systémů až do současného stavu.

3.1. Bezpečnostní pásy

Bezpečnostní pásy jsou jedny z nejstarších zádržných systémů. Byly vynalezeny anglickým inženýrem Gergem Cayleyem začátkem 19. století. Nicméně první patent byl udělen Edwardu J. Claghornovi 10. února 1885. [17]

V minulosti byly prováděny pokusy, během kterých byl bezpečnostní pás integrován přímo do konstrukce dveří a sedačky, tudíž by byl cestující automaticky připoután po zavření dveří. Tento návrh se ale příliš neuplatnil a v dnešní době se musíme připoutat samostatně a na nezapnutí pásu nás v moderních automobilech varuje zvukový a optický signál na palubní desce.

Bezpečnostní pásy se v automobilech začínají objevovat až po druhé světové válce. Není to ale žádná novinka, jelikož se bezpečnostní pásy používaly například v letectví již před první světovou válkou.

Největší rozvoj vývoje bezpečnostních pásů byl v 50 letech 20. století. Zasloužili se o to hlavně bratři Ligonovi, když v roce 1956 zdokonalili pásy pro účely používání v automobilech. Tento patent od nich později převzala automobilka Ford. První, kdo uvedl do provozu tříbodový pás, byla automobilka Volvo v roce 1959. Respektive její konstruktér Nils Bohlin, který je díky tomuto vynálezu velice proslavil a jeho nápad je využíván až do dnešní doby, tedy přes 50 let. [17]

Tento konstruktér si uvědomoval, že je potřeba v sedadle udržet jak horní tak i spodní část těla cestujícího. Toto však dvoubodový „diagonální“ pás, který byl používán doposud, nemohl splnit. Jeho nevýhoda byla i v tom, že přezka tohoto pásu byla umístěna ve výšce hrudního koše, avšak v této pozici přezka při aktivaci pásu způsobovala poranění měkkých tělesných orgánů. Jeho práce nakonec vyústila v tříbodový bezpečnostní pás, který byl tvořen dvěma částmi – bederní vedoucí přes klín a diagonální vedoucí přes trup. Geometrie tohoto pásu pak tvořila písmeno „V“, kdy špička mířila směrem dolů k podlaze, jak můžeme vidět na obrázku č. 5.

Důležitá ovšem byla i bezpečnost na zadních sedadlech, tudíž byly na zadní sedadla instalovány úchyty pro bezpečnostní pásy již od roku 1958. Nicméně cestující považovali za dostatečně bezpečné pouhé sezení na zadním sedadle a také proto byly pásy na zadních sedadlech velkoplošně používány až od roku 1967.



Obrázek 5 - původní třibodový pás automobilky Volvo [18]

3.2. Airbagy

První zmínky o airbagích umístěných v automobilech se datují do roku 1941 a jednalo se zde o vzduchem naplněné měchýře. Původně měly airbagy nahradit bezpečnostní pásy, jelikož se cestující ve vozidle nepoutali a tudíž vznikali závažné a smrtelné nehody.

Airbag byl vynalezen Johnem W. Hetrickem v roce 1952, který si jej nechal patentovat o rok později, a to v srpnu 1953. [7] Jeho návrh byl podobný současnému, ale zůstal pouze na papíře, kvůli nedostačující detekci zpomalení a nárazu nebyl realizován. Důležitý mezník ve vývoji airbagů nastal v roce 1967, kdy Allen Breed vynalezl elektromagnetický senzor pro detekci nárazu, který se stal důležitou součástí systému airbagu. [19] Problém byl ale nyní se správným technickým řešením airbagu. Průkopníkem byla automobilka

Mercedes, která v roce 1980 po třináctiletém vývoji přichází s prvním airbagem pro řidiče. Airbasy zde již ovšem nebyly prezentovány jako náhrada bezpečnostních pásů, ale jako jejich doplněk, který zvyšuje bezpečnost cestujících. První airbag pro spolujezdce byl instalován do auta Porsche 944 roku 1987. Velký rozmach airbagů nastává v devadesátých letech, kdy se začínají používat boční a hlavové airbasy.

Primárním úkolem airbagů je lidské životy chránit, ale existuje mnoho případů, kdy cestující ve vozidle těžce zranily. Jsou známy zranění kuřáků, pasažérů, kteří sedí v nepřírozené poloze nebo žen v pokročilém stádiu těhotenství. Smrtelné nebezpečí hrozí každému, kdo si v automobilu opatřeném airbasy nezapne bezpečnostní pás. Starším lidem způsobovaly airbasy zlomeniny žeber a lidem s kontaktními čočkami zase poranění oční rohovky. [19]

Příčinou těchto zranění byla velmi často neadekvátní reakce airbagu. Ten vystřelil vždy se stejnou rychlostí i intenzitou, i když závažnost nehody tomu neodpovídala. Proto se koncem devadesátých let objevují v automobilech takzvané smart airbasy, které berou v úvahu intenzitu nárazu. Tyto airbasy v kombinaci s předpínači bezpečnostních pásů vedlejší následky podstatně zmírnily.

V současnosti bezpečnostní systémy počítají se třemi intenzitami nárazu. Při menší dopravní nehodě se aktivují pouze předpínače bezpečnostních pásů. Při větším nárazu se aktivuje i airbag, ale elektronika zároveň vyhodnocuje vážnost dané situace a podle toho vybere ze dvou úrovní objemu nafouknutí a dvou rychlostí vystřelení. Do budoucna jsou slibovány airbasy, které se aktivují ještě před dopravní nehodou, a jejich nafouknutí nebude tak prudké. Elektronika v tomto případě bude využívat radarové techniky, která dokáže detekovat hrozící havárii. [20]

4. Základní princip zádržných systémů

4.1. Komponenty systému airbagu

Základní komponenty každého airbagového systému jsou:

- Modul bezpečnostního vaku

Jedná se o část soupravy airbagu, ve které je uložený složený nafukovací vak a pyrotechnická rozbuška, při jejímž odpálení dojde k rychlému nafouknutí daného bezpečnostního vaku. Moduly airbagů se rozdělují do 4 kategorií a to podle umístění v interiéru vozidla a typu nárazu: [21]

- „*kategorie A: zařízení určené k ochraně řidiče vozidla v případě čelní srážky*“
- „*kategorie B: zařízení určené k ochraně cestujícího/cestujících na předním sedadle vyjma řidiče v případě čelní srážky*“
- „*kategorie C: zařízení určené k ochraně cestujícího/cestujících na jiných než předních sedadlech v případě čelní srážky*“
- „*kategorie D: zařízení určené k ochraně cestujícího/cestujících na předním sedadle v případě boční srážky*“

- Řídící jednotka

Funkci všech bezpečnostních vaků ovládá společná elektronická řídící jednotka, která je napojena na čidlo decelerace (zpomalení). Řídící jednotka dává impuls k odpálení pyropatron airbagů, které uvolňují stlačený plyn, naplňující bezpečnostní vaky. [1]

Důležité jsou také parametry citlivosti uložené v dané řídící jednotce, aby nedocházelo k aktivaci bezpečnostních vaků při menších nehodách, u kterých není nutné z bezpečnostního hlediska tyto vaky použít. Tyto parametry jsou rozdílné podle konkrétního typu vozidla a získávají se pomocí nárazových zkoušek.

- Snímač zrychlení

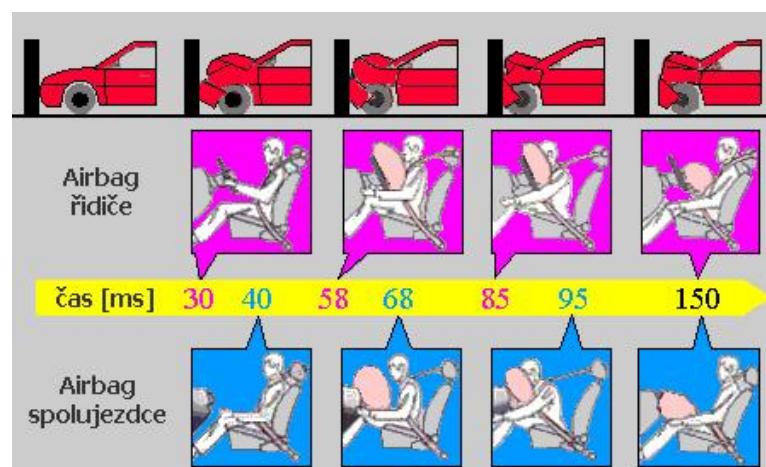
Snímače zrychlení pro rozpoznání nárazu jsou přímou součástí řídicí jednotky (čelní airbag) anebo jsou navíc umístěné na vybraných místech pravé a levé strany karoserie (boční airbag). U těchto snímačů se jedná o povrchové mikromechanické snímače, které se skládají z nehybných a pohyblivých jemných struktur a pružinových lamel. [1]

4.2. Princip činnosti nafukovacích vaků

V okamžiku, kdy vozidlo narazí do jiné překážky a čidla zpomalení naměří hraniční hodnoty, vysílá řídicí jednotka signál do příslušných airbagů k odpálení pyropatron.

Ty následně uvolní stlačený, zdravý neškodný plyn, který naplní vaky. Airbag řidiče se po odpálení pyropatrony naplní za cca 30 ms [1] a airbag na místě spolujezdce se naplní přibližně za 40 až 50 ms. [1] Delší nafukování airbagu spolujezdce je přípustné, protože vzdálenost spolujezdce k odkládací skřínce je větší než vzdálenost řidiče k volant.

Poté dochází k vyfukování plynného vaku a tím i k pohlcování energie. K vyfukování dochází pomocí otvorů, které jsou na vaku umístěny tak, aby horké plyny při vyfukování tepelně nezranili osoby ve vozidle. Časový průběh airbagu řidiče a spolujezdce je vidět na obrázku č. 6.



Obrázek 6 - časový průběh funkce airbagu u řidiče a spolujezdce [7]

4.3. Komponenty bezpečnostního pásu

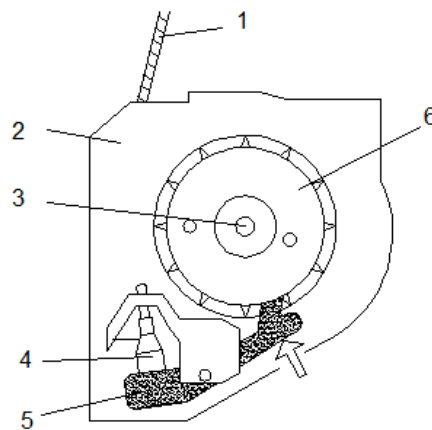
Každý bezpečnostní samonavíjecí pás je opatřen blokovacím zařízením. Blokovací funkce těchto zařízení může být uvedena v činnost dvěma způsoby. Bud rychlým vytažením popruhu se zrychlením 0,6g [1] nebo při zpomalení vozidla 0,4g [1]. Mechanismy pro blokování bezpečnostního pásu jsou následující:

- Kyvadlo
- Kyvadlový mechanismus
- Setrvačnickové kolo

Každý pás obsahuje z bezpečnostních důvodů všechny tyto mechanismy: [22]

Kyvadlo

Tento mechanismus zablokuje odvíjení bezpečnostního pásu při překročení určitého náklonu nebo odstředivé boční síly.



Obrázek 7 - princip blokování samonavíjecího zařízení s kyvadlem [1]

Na předchozím obrázku je znázorněn blokovací mechanismus s kyvadlem. 1 – bezpečnostní pás; 2 – skříň; 3 – navíjecí hřídel; 4 – kyvadlo (vychýlená poloha); 5 – blokovací západka (zablokovaná poloha); 6 – rohatka

Kyvadlový mechanismus

Při brzdění se tento mechanismus, který reaguje na dopředné zpomalení, vykloní směrem dopředu a tím zablokuje rohatku na navíjecím se bubínku. Při odbrzdění vozidla se mechanismus samovolně vrátí do původní polohy.

Setrvačnickové kolo

Tento mechanismus reaguje na rychlost odvíjení bezpečnostního pásu z navíjecího bubínku a při překročení určité rychlosti odvíjení se zablokuje odvíjecí bubínek a tím je znemožněno další odvíjení pásu.



Obrázek 8 - Navíječ bezpečnostního pásu [23]

4.4. Předpínací zařízení bezpečnostních pásů

Pokud srovnáme pevný pás, který je správně seřízen a samonavíjecí pás, je pevný pás z hlediska bezpečnosti vhodnější, jelikož při nárazu pevně drží tělo cestujícího v sedadle. Naopak u samonavíjecího pásu se vždy malá část odvine, než dojde k jeho zablokování. Z tohoto důvodu se dnes samonavíjecí pásy doplňují tzv. předpínači.

Předpínače bezpečnostních pásů zvyšují bezpečnost posádky tím, že zmenší volnou dráhu cestujících v průběhu nárazu. Tato součást má zabránit nežádoucímu pohybu těla při nárazu tak, aby airbag pohltil hlavu a hrudník ve

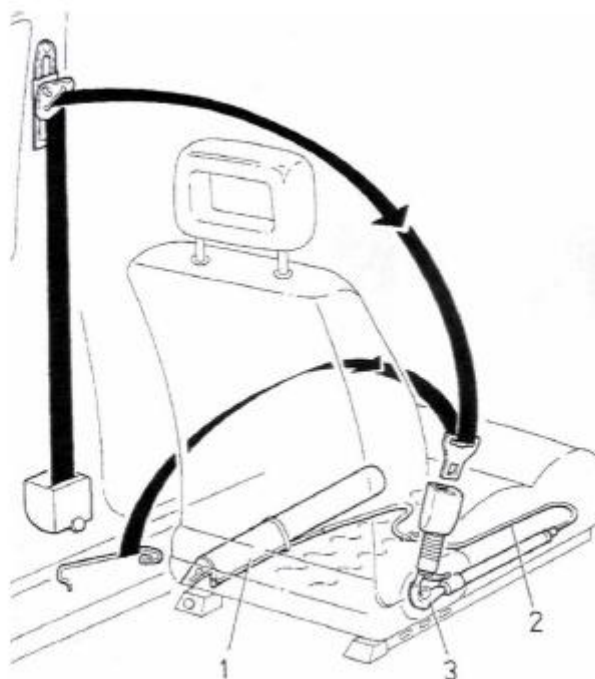
správný okamžik. Předpínače jsou řízeny stejnou jednotkou jako airbasy. Při nárazu předpínač zkrátí pás přibližně o 10 cm, čímž se vymezi vůle mezi pásem a cestujícím. Cestující je tedy pásem přitažen pásem pevně k sedadlu, čímž se zvyšuje účinnost daného pásu. Pás je předpnut během doby 0,008 až 0,012s a silou 3 až 5 kN. [1]

Předpínací zařízení můžeme dělit podle principu, na kterém pracují: [22]

- Mechanické
- Hydraulické
- Elektrické
- Pyrotechnické

Mechanické předpínače

Mechanický předpínač se používal především u starších vozidel. V případě aktivace předpínacího zařízení se zatáhne předpnutá pružina (1) o několik centimetrů nazpět přes bovden (2) a zpětnou západku (3) viz obrázek č. 9



Obrázek 9 - mechanický předpínač bezpečnostního pásu [1]

Hydraulické předpínače

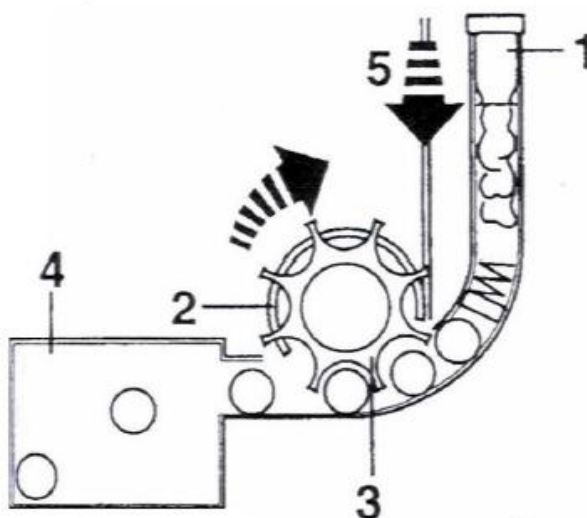
U hydraulických předpínacích systémů se k předeptnutí pásu využívá energie kapaliny. Nárazník stlačí písty v potrubí, dále je kapalina vedena pod písty předpínacích zařízení pásů, které se tímto napnou. [1]

Elektrické předpínače

Na základě impulsu od řídicí jednotky se aktivuje elektromotor, který je přes převod spojen s navíjecím mechanismem.

Pyrotechnické předpínače

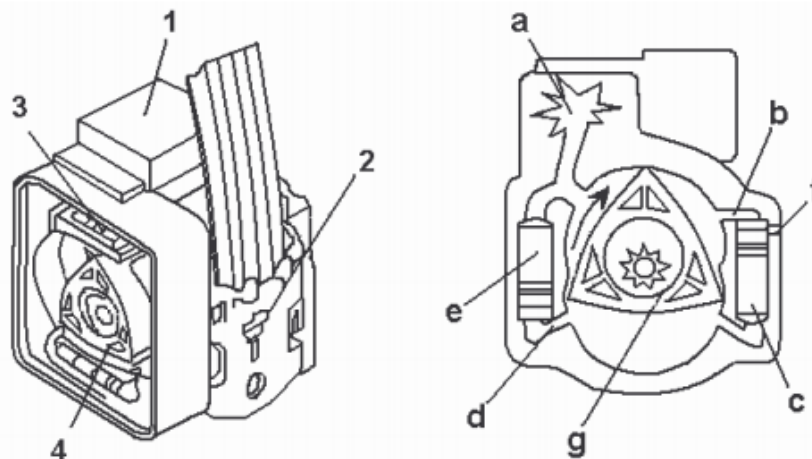
Pyrotechnickým přepínačem je v dnešní době vybavena většina automobilů. Při nárazu nebo určitém zpomalení se odpálí pyrotechnické kapsle. Expandující plyn uvede do pohybu kuličky, které zapadnou do ozubení navíječe, rozpohybují ho a tím se stáhne bezpečnostní pás, viz obrázek č. 10.



Obrázek 10 - schéma pyrotechnického předpínače [24]

1 – aktivovaná pyropatrna, 2 – navíjecí buben, 3 – ozubené kolo, zásobník na zachytávání kuliček, 5 – bezpečnostní pás

Dalším využívaným pyrotechnickým mechanismem je využití rotačního pístu s třemi pracovními komorami a třemi oddělenými generátory stlačeného plynu. Princip tohoto mechanismu je znázorněn na následujícím obrázku.



Obrázek 11 - princip činnosti pyrotechnického předpínače bezpečnostních pásů [24]

1 – mechanický spouštěč, 2 – navíjecí mechanismus, 3 – primární plynový generátor, 4 – rotační píst, a – zapálení primárního plynového generátoru, b – první přepouštěcí kanál, c – sekundární plynový generátor, d – druhý přepouštěcí kanál, e – terciární plynový generátor, f- vypouštěcí kanál, g – rotační píst.

Při zapálení primárního plynového generátoru vytvořený tlak pootočí navíjecím bubnem pásu a současně mechanicky (úderníkem nárazového zapalovače) odpálí sekundární plynový generátor. Po jeho odpálení se opět pootočí navíjecí buben a následně se odpálí terciární plynový generátor, který naposledy pootočí navíjecím bubnem. Pro odpálení sekundárního a terciárního plynového generátoru je využito pístů společně s přepouštěcím a vypouštěcím kanálem jednotlivých komor. Celý tento proces trvá přibližně 12 ms. [24]

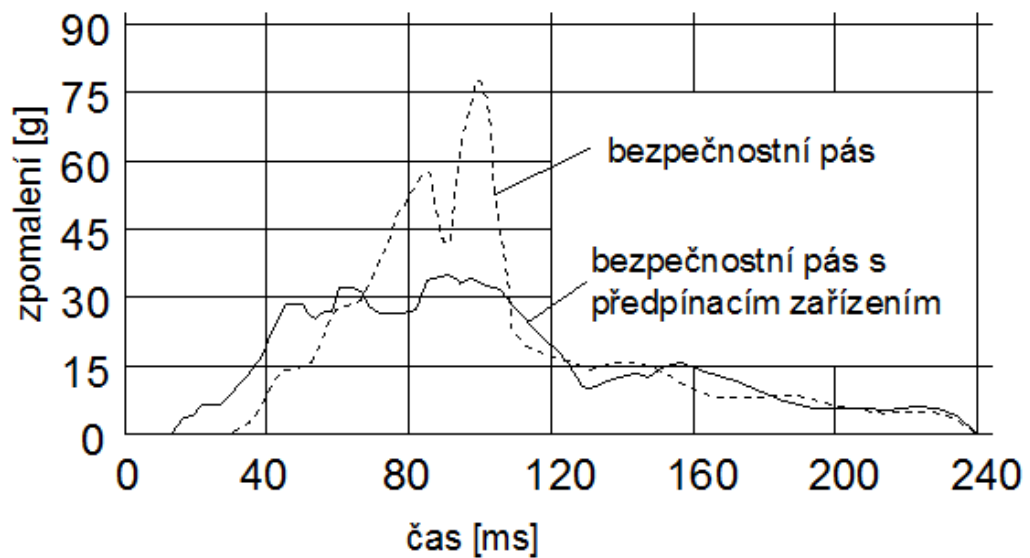
4.4.1. Omezovače síly v bezpečnostním pásu

Omezovače síly slouží k omezení zádržné síly, která působí na tělo cestujících během srážky tak, aby nedošlo k překročení biomechanických limitů lidského těla. K aktivaci omezovačů dochází cca 80 – 110 ms po nárazu.

Omezení zádržné síly možné: [1]

- Plastickou deformací – síla je omezována deformací torzní tyče na navíjecím bubnu pásu
- Suchým třením – síla je omezována třením ploch třecího obložení na bubnu navíjecího mechanismu
- Destrukci pásu – omezení síly je zde způsobeno pomocí několika trhacích švů. Při roztržení jednotlivých švů se bezpečnostní pás prodlouží

Omezovače síly musí být dimenzovány v souladu s dráhou, která je k dispozici k dopřednému přemístění cestujícího.



Obrázek 12 - výsledné zrychlení hlavy cestujícího při čelním nárazu [1]

Na předchozím obrázku můžeme vidět důležitost předpínacího zařízení. U bezpečnostního pásu s předpínáním je maximální zrychlení cca 35g, zatímco u pásu bez předpínání je zrychlení více jak dvojnásobně vyšší a to až 80g.

5. Zranění způsobená zádržnými systémy

Základním úkolem zádržných systémů je chránit posádku vozidla před vznikem poranění při dopravní nehodě, ale v některých případech mohou tyto systémy způsobit závažná poranění. Tyto zranění vznikají především při vyšších rychlostech automobilu, kdy zádržné systémy musí pohltit větší množství energie.

5.1. Zranění od bezpečnostních pásů

Většina zranění, která jsou způsobena bezpečnostními pásy, jsou spíše menšího rozsahu. Jedná se zejména o modřiny, otisky a oděrky bezpečnostního pásu na těle cestujícího. Při vyšších rychlostech automobilu mohou být poranění závažnější. Např. poranění hrudníku a břicha, zlomeniny žeber, zlomeniny hrudní kosti nebo poranění vnitřních orgánů hrudníku a břicha. Je tedy patrné, že s rostoucí rychlostí stoupá i závažnost poranění cestujících.

Obecně platí, že břišní pásy jsou zodpovědné za vnitřní zranění břicha a míchy, zatímco ramenní pásy mají za následek poranění ramene krku a hrudní kosti.

[25]

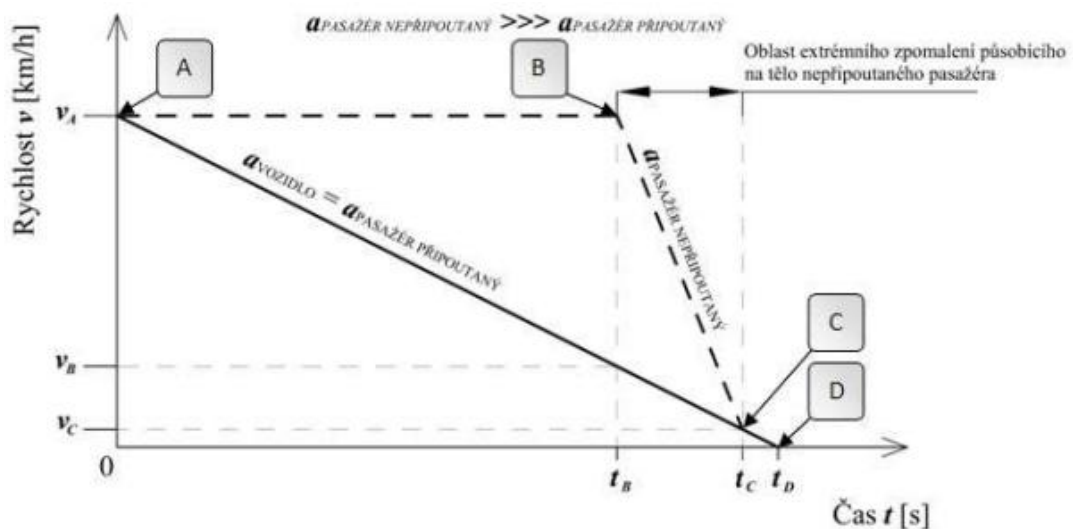


Obrázek 13 - zranění od bezpečnostního pásu [26]

Ke vzniku zranění od bezpečnostních pásů často přispívá i jejich špatné použití, proto je třeba dodržovat následující body.

- Pás by měl být umístěn přes rameno a hrud, rozhodně ne přes krk
- Pod pásy nepatří tvrdé a ostré předměty, při kolizi mohou způsobit velmi vážné poranění
- Břišní pás by měl být umístěn pevně přes boky a bod břichem
- Žádný pás by nikdy neměl být příliš těsný nebo tak volný, že by dovoľoval příliš volný pohyb cestujícího v sedadle

Důležité je zmínit a je i statisticky dokázáno, že bezpečnostní pásy zachraňují při dopravních nehodách tisíce životů a tato zranění jsou jen malým negativním dopadem.



Obrázek 14 - závislost rychlosti na čase při čelním nárazu vozidla do pevné překážky s nepřipoutaným a připoutaným pasažérem [27]

Z předchozího obrázku můžeme vidět jak je důležité používání bezpečnostních pásů. Po celou dobu nárazu, tedy z bodu A do bodu D, se vozidlo pohybuje teoretickým konstantním zpomalením a_{VOZIDLO} . V případě, že je pasažér připoutaný bezpečnostním pásem, působí na něj stejné zpomalení, jakým zpomaluje vozidlo. Nepřipoutaný cestující se ovšem od okamžiku nárazu (A) pohybuje dál nezměněnou rychlostí v_A dokud nenarazí na pevnou část vozidla (B). Poté na něj působí zpomalení $a_{\text{PASAŽÉR NEPŘIPOUTANÝ}}$, které je mnohem větší než zpomalení $a_{\text{PASAŽÉR PŘIPOUTANÝ}}$. Po určité době se rychlost těla cestujícího

vyrovná s rychlostí automobilu (C) a na tělo cestujícího působí zpomalení a_{VOZIDLO} až do zastavení automobilu. Nepřipoutaný cestující tedy musí snížit svojí původní rychlost při nárazu do tuhé části vozidla za mnohem kratší čas než v případě připoutaného cestujícího. V konečném důsledku se tedy nepřipoutaný pasažér nejen zraní o pevné části vozidla (volant), ale působí na něj extrémní zpomalení, které může také způsobit vážné poranění. [27]

5.2. Zranění od airbagů

Stejně jako bezpečnostní pásy zachraňují airbagy tisíce životů při dopravních nehodách. Za určitých okolností mohou však airbagy poranit nebo v krajním případě i usmrtit cestující ve vozidle.

Mechanismem náhlého a velmi tvrdého nárazu airbagem může vzniknout celá řada poranění. Nejvíce ohroženy jsou především děti, jelikož kvůli jejich tělesným rozměrům je jejich pohyb při nárazu mimo ideální působení nafukovacích vaků. Poranění od airbagů na rozdíl od bezpečnostních pásů mohou vzniknout i při malých rychlostech. Mezi nejčastější zranění patří: [28]

- Oděrky na obličeji a hrudníku
- Zlomeniny žeber
- Otřes mozku
- Poranění vnitřních orgánů
- Pneumotorax
- Popáleniny
- Protržení ušních bubínek



Obrázek 15 - zranění způsobené airbagem [28]

5.2.1. Zranění způsobená airbagy při nepoužití bezpečnostních pásů

Aby airbag správně fungoval, musí být cestující připoután bezpečnostními pásy. Právě při nesplnění této podmínky dochází k nejzávažnějším poraněním od nafukovacích vaků a je důležité si uvědomit, že airbag nenahrazuje účinek bezpečnostního pásu, ale doplňuje jej.

Při nárazu se neupoutaný cestující pohybuje nezměněnou rychlostí a dopadá do airbagu již ve fázi jeho nafukování a tím je jeho tělo vrženo zpět. V tomto případě pak airbag měkce nebrzdí setrvačný pohyb cestujících, ale působí jako pružný balón. Toto má za následek velké silové působení v krční páteři (setrvačný pohyb hlavy vůči zbytku těla). [8]

Velká řada řidičů se při jízdě v automobilu nepoutá a spoléhá se pouze na airbagy. Neuvědomují si přitom, že se vystavují ještě většímu riziku. A právě v těchto případech dochází k těm nejhorším smrtelným zraněním.

6. Legislativa

Legislativu můžeme chápat jako soubor pravidel, jimiž se řídí vztahy. Za legislativu můžeme považovat: [9]

- Zákony
- Vyhlášky
- Směrnice
- Předpisy
- Normy
- Nařízení a jiné

6.1. Mezinárodní legislativa

6.1.1. Evropská hospodářská komise

Evropská hospodářská komise je jednou z 5 regionálních komisí OSN. Byla založena v březnu 1947 a jednou ze zakládajících zemí bylo i bývalé Československo. V současnosti má 56 členských států z Evropy, severní Ameriky a Asie a zabývají se vzájemnou ekonomickou spoluprací. [29]

Z hlediska dopravy má EHK v rámci orgánů OSN významný vliv v oblasti tvorby pravidel pro dopravu a mezinárodní obchod.

V roce 1958 uzavřely některé členské státy „*Dohodu o přijetí jednotných podmínek pro homologaci a o vzájemném uznávání homologace, výstroje a součástí motorových vozidel*“. V přílohách této dohody jsou řešeny konkrétní technické podmínky formou předpisů.

V těchto předpisech EHK jsou zahrnuty normativní požadavky na jednotlivé části dopravních prostředků – tedy i na zadržné systémy. [29]

Splnění normativních požadavků stanovených v předpisech EHK pro získání homologace se kontroluje zkouškami v mezinárodních zkušebnách. Tyto zkoušky mohou být prováděny na určité konstrukční skupině nebo na celém

vozidle. V případě pozitivní konstrukční zkoušky získá konstrukční skupina – např. bezpečnostní pás evropskou homologační značku.



Obrázek 16 - příklad evropské homologační značky na bezpečnostním pásu

6.1.2. Ostatní legislativa

Evropské hospodářské společenství

Na mezinárodní úrovni existují i jiné instituce např. Evropské hospodářské společenství (EHS). Tato instituce vydává směrnice ES, které jsou kompatibilní s předpisy EHK. Např. Předpis EKH 95 Ochrana proti bočnímu nárazu je ekvivalentní se směrnicí ES 96/27.

Normy ISO

ISO neboli International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci). Jedná se o mezinárodní síť organizací se sídlem v Ženevě, která koordinuje uspořádání a publikování schválených norem.

Příklady norem ISO, které se týkají zádržných systémů

- ISO 6683 – udává minimální požadavky na provedení bezpečnostních pásů a jejich upevňovacích dílů
- ISO 3776 – specifikuje požadavky na umístění kotevních úchyťů pánevních bezpečnostních pásů a definuje zkoušku síly, kterou musí tyto úchyty vydržet
- ISO 12097 – stanovuje jednotné zkušební metody a specifické postupy a požadavky pro vyvíječe sestav modulů airbagů v silničních vozidlech

6.2. Česká legislativa

Zákony a vyhlášky týkající se pasivní bezpečnosti jsou plně v souladu s evropským právem. Dodržování předpisů EHK je v české legislativě zavedeno pomocí vyhlášky č. 341/2002 Sb. O schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích, změny ve vyhláškách č. 100/2003 Sb. a č. 197/2006 Sb.

6.2.1. Legislativa týkající se bezpečnostních pásů

Podle [30] § 6 je řidič motorového vozidla povinen

- být za jízdy připoután na sedadle bezpečnostním pásem, pokud jím je sedadlo povinně vybaveno podle zvláštního právního předpisu
- přepravovat ve vozidle, které je vybaveno zádržným bezpečnostním systémem, dítě, jehož tělesná hmotnost nepřevyšuje 36 kg a tělesná výška nepřevyšuje 150 cm, pouze za použití dětské autosedačky; při této přepravě
- přepravovat ve vozidle, které je vybaveno zádržným bezpečnostním systémem, dítě, jehož tělesná hmotnost převyšuje 36 kg nebo tělesná výška převyšuje 150 cm, pouze je-li dítě za jízdy připoutáno bezpečnostním pásem
- poučit osoby starší 3 let nebo osoby je doprovázející přepravované ve vozidle, které je vybaveno zádržným bezpečnostním systémem,

o povinnosti použít zádržný bezpečnostní systém, pokud tato informace není zajištěna jiným způsobem

6.3. Homologace zádržných systémů [31]

Pojem homologace můžeme vyložit jako: ověření vlastností určitého výrobku z hlediska přípustnosti jeho použití.

Homologace zádržných systémů podléhá předpisům Evropské hospodářské komise (EHK). Schvalování a zkoušení bezpečnostních pásů je zahrnuto v předpisu č. 16 EKH/OSN. Tento předpis se také vztahuje na dětské zádržné systémy. Schvalování a zkoušení airbagů je stanoveno v předpisu č. 144 EHK/OSN.

Příslušný orgán schválí, tedy udělí homologaci podle daného předpisu pokud

- Vzorek typu dodaný k homologaci, vyhoví požadavkům tohoto předpisu
- Je tento orgán spokojen s opatřeními výrobce pro zajišťování shodnosti sériově vyráběných výrobků se schvalovaným typem. Postupy k zajištění shodnosti výroby musejí být v souladu s postupy, stanovenými v Dohodě z roku 1958. Tento orgán musí akceptovat výrobcovu akreditaci podle normy ISO 9002

Tato norma se specifikuje na to, jaké požadavky na systém jakosti se mají použít v případech, kdy je třeba prokázat způsobilost dodavatele dodávat shodný výrobek s návrhem vytvořeným podle požadavků.

Na každý homologovaný výrobek se poté umístí mezinárodní značka homologace. Jakákoliv změna typu nebo ukončení výroby typu musí být pak sdělena orgánu státní správy, který homologaci udělil. Homologace může být odejmuta, nejsou-li splněny požadavky na shodnost výrobku s homologovaným typem.

7. Poškození zádržných systémů

S problematikou poškozených zádržných systémů se soudní znalci ve své praxi běžně setkávají, ať už se jedná o poškozený materiál nafukovacích vaků nebo o poškozenou tkaninu bezpečnostního pásu. V této kapitole se pokusím popsat nejčastější poškození zádržných systémů, která vznikají při dopravní nehodě.

Poškození opěrek hlavy a dětských zádržných systémů

Opěrky hlavy jsou zejména důležité při nárazech zezadu, kdy chrání cestujícího proti zranění krční páteře. Tento prvek při nárazu nemusí pohlcovat takové množství energie jako např. bezpečnostní pás, jelikož zabraňuje pouze nežádoucímu pohybu hlavy. Ale i u tohoto prvku dochází někdy k poškození. Nejčastěji se jedná o prohnutí železných tyček, které slouží k výškovému posuvu opěrky. Při nárazu zezadu také většinou dochází k deformaci mechanismu sklápění sedadel, ve kterých je přítomen cestující. Následek je „propadnutí“ sedadla směrem dozadu, protože sedadlo na rozdíl od opěrky pohlcuje energii celého těla.



Obrázek 17 - stav sedadla a opěrky hlavy spolujezdce po nárazu zezadu

Dětské zadržné systémy mohou mít po předchozí nehodě mikroskopická poškození. A právě tyto malé trhlinky mohou způsobit, že při další nehodě může dětská autosedačka přestat plnit svou bezpečnostní funkci. Autosedačky mohou být dále upevněny bezpečnostními pásy, které mohou být také při nehodě poškozeny. Po jakékoliv dopravní nehodě by měli být použité zadržné systémy vyměněny za nové.

Při vážnější dopravní nehodě, kdy je velmi poškozena karoserie vozidla, mohou být zadržné systémy poškozeny i předmětem, který se nachází mimo vozidlo (strom, jiné vozidlo). V těchto případech je poškození individuální a většinou nenapravitelné.

7.1. Poškození bezpečnostních pásů

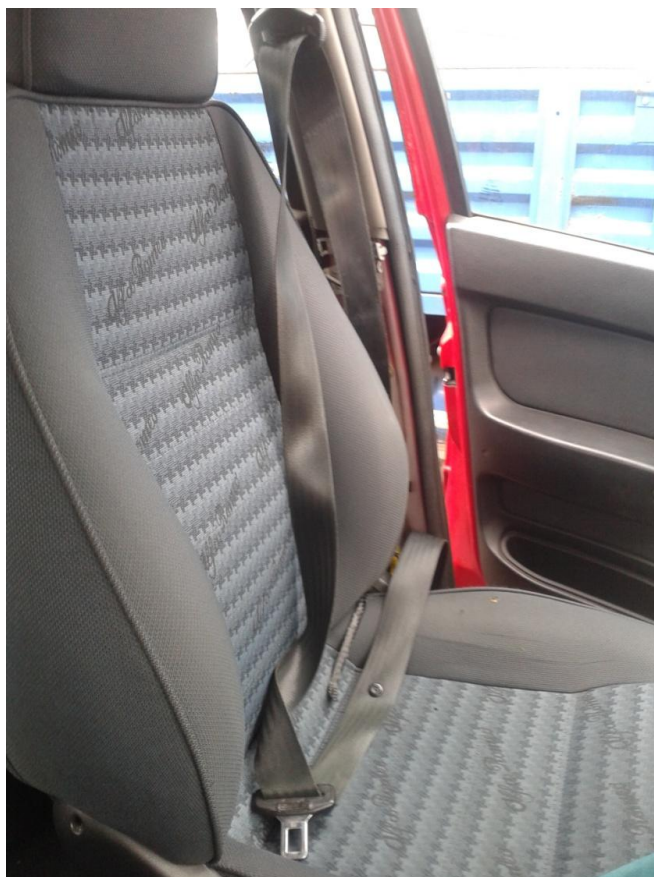
Bezpečnostní pás jako základní prvek pasivní bezpečnosti může být poškozen 3 způsoby:

- Poškození navíjecího mechanismu
- Poškození tkaniny bezpečnostního pásu
- Poškození kotevních úchytů

7.1.1. Poškození navíjecího mechanismu

Poškození navíjecího mechanismu nastane v případě, kdy jsou při nehodě aktivovány předpínače bezpečnostních pásů. Jestliže řídicí jednotka dá impuls k aktivaci pyropatrony expandující vzduch uvede do pohybu mechanismus, které vede k natažení bezpečnostního pásu o několik centimetrů. Tento stav už je ovšem nevratný. Takovýto pás už není dále použitelný a musí se vyměnit za nový.

V případě aktivace předpínačů následuje omezení síly pomocí omezovačů. V případě omezení síly plastickou deformací, tedy deformací torzní tyče na navíjecím bubnu pásu dochází také k poškození navíjecího mechanismu.



Obrázek 18 - bezpečnostní pás po aktivaci předpínačů

Na obrázku č. 18 můžeme vidět rozvinutý pás, který se zpět už nenavine, jelikož byla „odpálena“ pyropatrona a aktivovány předpínače a je tedy nutné ho vyměnit za nový.

7.1.2. Poškození tkaniny bezpečnostního pásu

S poškozením tkaniny bezpečnostních pásů se nejčastěji setkáváme při čelních srážkách, kdy pás musí pohltit největší množství energie. Vzniklé poškození se na pásu projeví jako sedřená někdy i seškvařená tkanina (obrázek 20.) a pás je v místě poškození „zmuchlaný“ (obrázek 19.).

Soudní znalci využívají tyto markanty:

- Při pojistných podvodech - zjišťují, zda nebyl pás už předem použit v jiné dopravní nehodě
- Při skutečné dopravní nehodě – zjišťují, zda byl cestující připoután a určují, na kterém sedadle cestující seděl

7.1.2.1. Umístění poškození

Poškození tkaniny bezpečnostních pásů vznikají obecně tam, kde je pás vystavován velkému tření. Nejčastěji je to u spony pásu, kde při srážce automobilu dochází k největšímu poškození tkaniny.



Obrázek 19 - poškození tkaniny pásu u spony

Na obrázku č. 19 můžeme zřetelně vidět poškození tkaniny pásu od spony, na které jsou také vidět známky poškození.

7.1.2.2. Velikost poškození

Jeden z hlavních parametrů velikosti poškození je rychlost vozidla. Je zřejmé, že při nízké rychlosti nebude poškození takové jako při rychlosti vysoké, kdy musí pás pohlcovat mnohonásobně větší množství energie.



Obrázek 20 - poškození bezpečnostního pásu při čelním nárazu

Na obrázku č. 20 je viditelné poškození bezpečnostního pásu. Tento pás byl poškozen při crash testu Fakulty dopravní. Jednalo se o nárazový test celou čelní plochou vozidla do pevné bariéry. Nárazová rychlost byla 45km/h a na místě řidiče byla umístěna figurína o hmotnosti 87 kg.

Velikost poškození také závisí na fyzických rozměrech cestujícího. Když budeme vycházet ze základní silové rovnice:

$$F = m \cdot a \quad (1)$$

je patrné, že výsledná síla je závislá na hmotnosti daného cestujícího. Většina lidí si také neuvědomuje, jakou silou působí při srážce na pásy. Někteří řidiči si myslí, že při relativně nízkých rychlostech se dokážou udržet vlastní silou, ale když budeme vycházet ze vztahu (1), tak pokud při rychlosti 50 km/h narazíme do pevné překážky, je tělo vrženo vpřed setrvačnou silou odpovídající 60- ti násobku hmotnosti těla. U průměrného člověka o hmotnosti 80 kg se jedná o sílu odpovídající 4800 kg (4,8t), takže možnost zachycení nárazu např.

rukama o volant je zcela nereálná. Z rozsahu jednotlivých poškození můžeme také odhadovat velikost postavy cestujícího. Tento fakt tedy výrazně napomáhá k určení, kde jaká osoba seděla při dopravní nehodě.



Obrázek 21 - Poškozená tkanina bezpečnostního pásu

7.1.3. Poškození kotevních úchytů

Pevnost kotevních úchytů musí být podle předpisu EHK/OSN č. 14 zkoušena ve dvou směrech působení sil.

- Ve směru vpřed
- V šikmém směru

Ve směru vpřed jsou kotevní úchyty vystavovány síle $8 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$. Ve směru šikmo pak síle $5 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$.

Jen pro připomenutí, při aktivaci přepínačů bezpečnostních pásů dochází ke zkrácení pásu a napínací síla se pohybuje mezi 3 – 5 kN. Dále jsou vozidla vybavena omezovači síly v bezpečnostním pásu kvůli tomu, aby nedocházelo k překročení biomechanickým limitům lidského těla. Jestliže jsou pak kotevní

úchyty dimenzovány na hodnoty 5 kN nebo 8 kN, tak při překročení těchto hodnot při nárazu patrně dojde i k překročení biomechanických limitů lidského těla.

7.2. Poškození airbagů

Pokud jsou v automobilu aktivovány airbagy, je nutné je následně vyměnit za nové. Kromě vzduchového vaku je nutné vyměnit i další komponenty airbagu. Jedná se tedy o modul airbagu, ve kterém je umístěn vzduchový vak a pyrotechnická rozbuška. Dále je pak nutné vyměnit i řídicí jednotku.

Při aktivaci airbagů nedochází pouze k poškození těchto vzduchových vaků, ale i k poškození některých částí karoserie vozidla. U airbagů řidiče se jedná o poškození krytu volantu.



Obrázek 23 - poškození krytu volantu - Škoda



Obrázek 22 - poškození krytu volantu - Alfa Romeo

U airbagů spolujezdce dochází k poškození části palubní desky. Při opravě je nutná výměna celé palubní desky. Dále pak vybraných montážních úchytů palubní desky.



Obrázek 24 - vystřelený airbag spolujezdce s poničenou palubní deskou

Další druhy airbagů jako jsou hlavové – umístěny ve stropním obložení nad bočními sloupky nebo boční – umístěny v bočnici sedadla popřípadě v konstrukci dveří také při své aktivaci poškodí danou část karoserie vozidla.



Obrázek 25 - aktivované hlavové airbagy

7.3. Poškození vzniklé opotřebením

K poškození zádržných systémů nemusí obecně docházet pouze při dopravní nehodě. Často také poškození vzniká opotřebením a to zejména u bezpečnostních pásů, kde se pravidelným používáním opotřebovává tkanina pásů nebo může docházet k natržení bezpečnostního pásu o oděv cestujícího nebo o přepravované předměty. Dále pak při vysouvání a zpětném nasouvání pásu. Pásky by se také měly vyměnit při mechanickém nebo chemickém poškození tkaniny nebo mechanickém poškození navíječe.

Na tomto místě je také třeba zdůraznit, že životnost zádržných systémů je stanovena na 15 let. Jedná se zejména o airbagy, kde pyrotechnická nálož a řídicí jednotka mají tuto dobu životnosti pevně předepsanou.



Obrázek 26 - opotřebení 2 - bodového pásu

Na obrázku č. 26 je viditelně opotřebená tkanina a zároveň malé natržení 2 – bodového bezpečnostního pásu.

8. Závěr

Prvky pasivní bezpečnosti jsou dnes nedílnou součástí každého moderního vozidla. V této bakalářské práci jsem se zabýval podskupinou pasivní bezpečnosti a to zádržnými systémy vozidel.

Ve své bakalářské práci jsem shrnul dostupné informace k problematice zádržných systémů. Z historického hlediska byl prvním prvkem těchto systémů bezpečnostní pás. Nejprve jako jednoduchý popruh, ale s postupem času prošli bezpečnostní pásy mnoha vylepšeními, takže v dnešní době je většina pásů samonavíjecí a jsou vybaveny předpínači a omezovači zádržné síly. Další důležitý prvek byl airbag. Ten byl původně instalován jako doplněk ochrany, ale dnes je jeho správná funkčnost závislá na použití bezpečnostních pásů, kdy jsou předpínače a airbagy řízeny stejnou řídicí jednotkou. Bez použití těchto pásů může tento nafukovací vak, který má cestující ve voze chránit, způsobit těžká poranění a v nejhorším případě i smrt.

I ostatní prvky jako např. hlavová opěrka, která chrání cestujícího při nárazu zezadu proti poškození krční páteře, prošli vývojem. Ve starších automobilech byly opěrky pouze na předních sedadlech nebo zde nebyly vůbec. V dnešní době jsou opěrky umístěny na všech místech ve vozidle, navíc automobil může být vybaven tzv. aktivní hlavovou opěrkou, která se při nárazu posune blíže k týlu cestujícího a tím sníží riziko poranění krční páteře.

Zádržné systémy jsou samozřejmě ošetřeny i legislativně. Všechny prvky těchto systémů podléhají předpisům Evropské hospodářské komise – EHK/OSN. Dále pak normám ISO a zákonům a vyhláškám dané země.

V praktické části jsem popsal a shrnul možné druhy poškození. U bezpečnostních pásů se nejčastěji jedná o poškozenou tkaninu a to v místě u spony pásu, jelikož je zde pás nejvíce namáhán. Poškození se projeví jako sedřená až natavená tkanina a pás je v tomto místě „zmuchlaný“. U airbagů je poškození po jejich aktivaci nevratné a musejí se vyměnit za nové. Při aktivaci nafukovacích vaků se nepoškodí jen airbag, ale i část vozidla kde je tento prvek

pasivní bezpečnosti uschován. Jedná se např. o kryt volantu, palubovou desku, část sedadla nebo stropní obložení.

Ve své diplomové práci bych se chtěl této problematice dále věnovat. Zaměřil bych se zejména na poškození bezpečnostních pásů a to např. na jejich materiálovou strukturu. Dále pak na změnu některých jejich vlastností před a po vzniku poškození např. na pevnost pásů v tahu.

9. Seznam použité literatury

- [1] VLK, František. Karosérie motorových vozidel: Ergonomika, biomechanika, struktura, pasivní bezpečnost, kolize, materiály. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000, 243 s. ISBN 80-238-5277-9.
- [2] Předpis č. 16 Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN). [online]. [cit. 2014-03-08] Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:233:0001:0094:CS:PDF>
- [3] KOVANDA, Jan a Vladimír ŠATOCHIN. Pasivní bezpečnost vozidel. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000, 69 s. ISBN 80-010-2235-8.
- [4] What is a 4-Point Harness? [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.seatbeltsplus.com/category/4-Point-Race-Harness.html>
- [5] Předpis č. 14 Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN). [online]. [cit. 2014-03-08] Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:109:0001:0054:CS:PDF>
- [6] Rozšířená ochrana v případě kolize. [online]. 2011 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.subaruplzen.cz/subaru-trezia-2011/bezpecnost-subaru-trezia-2011/>
- [7] SAJDL, Jan. Airbag [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/airbag/>
- [8] ŠACHL, Jindřich. Analýza nehod v silničním provozu. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 144 s. ISBN 978-80-01-04638-8.
- [9] FIRST, Jiří a kol. Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry. Vyd. 1. Praha: S&T CZ, 2008. 348 s. ISBN 978-80-254-1805-5.

[10] Předpis č. 44 Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN). [online]. [cit. 2014-03-08] Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:233:0095:0210:CS:PDF>

[11] Typy autosedaček. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/rodic/deti-v-aute/detske-autosedacky/typy-autosedacek>

[12] Proč Isofix? [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.babystyle.cz/clanky/proc-isofix>

[13] Předpis č. 25 Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN). [online]. [cit. 2014-03-08] Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:215:0001:0026:CS:PDF>

[14] Systém prevence poranění krku. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/pasivni-bezpecnost-prvky-pasivni-bezpecnosti/system-prevence-poraneni-krku>

[15] Aktivní opěrka hlavy. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/aktivni-operka-hlavy/>

[16] BISKUP, Pavel. Vývoj airbagů – vynález k nezaplacení. [online]. 17. 08. 2011 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/technika/vyvoj-airbagu-vynalez-k-nezaplacen_i_40088.html

[17] Tříbodový bezpečnostní pás od společnosti Volvo. [online]. 11. 3. 2009 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.volvocars.com/cz/top/about/news-events/pages/default.aspx?itemid=5>

[18] Bezpečnostní pásy: vývoj se nezastavil. [online]. 25. 12. 2011 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/bezpecnostni-pasy-vyvoj-se-nezastavil>

[19] SEDLÁK, Robert. Pasivní bezpečnost. [online]. 2006 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z:
http://www.znaleckyportal.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=186:pasivni-bezpecnost&catid=205:doprava-obecne&Itemid=307

[20] Air Bags. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z:
http://web.bryant.edu/~ehu/h364proj/sprg_97/dirksen/airbags.html

[21] Předpis č. 114 Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN). [online]. [cit. 2014-03-08] Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:373:0267:0307:CS:PDF>

[22] Bezpečnost posádky vozidla. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z:
<http://www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/08-bezpecnost-posadky-vozidla-pdf-p67169>

[23] Seatbelt Retractors. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z:
<http://www.autoliv.com/ProductsAndInnovations/PassiveSafetySystems/Pages/Seatbelts/Retractor.aspx>

[24] VLK, František. Automobilová elektronika: systémy řízení podvozku a komfortní systémy. vyd. 1. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006, 308 s. ISBN 80-239-7062-3.

[25] Car Accident Injuries Caused by Seat Belts. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.all-about-car-accidents.com/resources/auto-accident/car-accident-injuries/are-car-accident-seat-belt-injuries-compens>

[26] Car Accident. [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z:
<https://www.flickr.com/photos/sierraplanet/4880984891/>

[27] COUFAL, T.; VÉMOLA, A. Zpomalení působící na posádku vozidla při čelním nárazu. In ExFoS 2012 Expert Forensic Science sborník XXI. Mezinárodní vědecké konference soudního inženýrství. Brno: VUT v Brně, 2012. s. 202-220. ISBN: 978-80-214-4412.6.

[28] Who's to Blame When Air Bags Don't "Save Lives"?. [online]. 21. 6. 2014 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://beforeitsnews.com/motor-junkies/2014/06/whos-to-blame-when-air-bags-dont-save-lives-2495506.html>

[29] Evropská hospodářská komise OSN (EHK OSN). [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z:
http://www.mzp.cz/cz/evropska_hospodarska_komise_osn_unece

[30] Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích [online]. 14. 9. 2000 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.zakonycr.cz/seznamy/361-2000-sb-zakon-o-provozu-na-pozemnich-komunikacich-a-o-zmenach-nekterych-zakonu.html>

[31] EHK/OSN Integrované české překlady. [online]. 17. 6. 2010 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://mezinarodni-predpisy.tuv-sud.cz/cs/predpisy/ehk-osn-integrované-ceske-preklady/>

10. Seznam obrázků

Obrázek 1 - 4 - bodový bezpečnostní pás [4].....	11
Obrázek 2 - druhy a umístění airbagů ve vozidle [6]	14
Obrázek 3 - uchycení pomocí ISOFIX [12].....	17
Obrázek 4 - aktivní opěrka hlavy [15].....	19
Obrázek 5 - původní tříbodový pás automobilky Volvo [18]	21
Obrázek 6 - časový průběh funkce airbagu u řidiče a spolujezdce [7]	24
Obrázek 7 - princip blokování samonavíjecího zařízení s kyvadlem [1].....	25
Obrázek 8 - Navíječ bezpečnostního pásu [23].....	26
Obrázek 9 - mechanický předpínač bezpečnostního pásu [1].....	27
Obrázek 10 - schéma pyrotechnického předpínače [24].....	28
Obrázek 11 - princip činnosti pyrotechnického předpínače bezpečnostních pásů [24].....	29
Obrázek 12 - výsledné zrychlení hlavy cestujícího při čelním nárazu [1]	30
Obrázek 13 - zranění od bezpečnostního pásu [26].....	31
Obrázek 14 - závislost rychlosti na čase při čelním nárazu vozidla do pevné překážky s nepřipoutaným a připoutaným pasažérem [27]	32
Obrázek 15 - zranění způsobené airbagem [28]	34
Obrázek 16 - příklad evropské homologační značky na bezpečnostním pásu. 36	
Obrázek 17 - stav sedadla a opěrky hlavy spolujezdce po nárazu zezadu	39
Obrázek 18 - bezpečnostní pás po aktivaci předpínačů.....	41
Obrázek 19 - poškození tkaniny pásu u spony.....	42
Obrázek 20 - poškození bezpečnostního pásu při čelním nárazu.....	43
Obrázek 21 - Poškozená tkanina bezpečnostního pásu	44
Obrázek 22 - poškození krytu volantu - Alfa Romeo	45

Obrázek 23 - poškození krytu volantu - Škoda.....	45
Obrázek 24 - vystřelený airbag spolujezdce s poničenou palubní deskou	46
Obrázek 25 - aktivované hlavové airbagy	46
Obrázek 26 - opotřebení 2 - bodového pásu.....	47