

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**



**Bakalářská práce**

**PASIVNÍ A AKTIVNÍ BEZPEČNOST V OSOBNÍCH AUTOMOBILECH**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.**

**Autor práce: Václav Petrtýl**

**© 2017 ČZU v Praze**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Václav Petrtýl

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Pasivní a aktivní bezpečnost v osobních automobilech**

Název anglicky

**Passive and active safety of personal cars**

---

### **Cíle práce**

Cíle práce je tvorba přehledu systémů pasivní a aktivní bezpečnosti, jejich kritický rozbor včetně analýzy funkcionality. Práce vytvoří přehled o použitých senzorech a aktivních členech. Obsahem práce bude shrnutí aktivní a pasivní bezpečnosti automobilu se zaměřením na dětské autosedačky a analýza úrovně jejich bezpečnosti.

### **Metodika**

Přehled využívaných systémů pasivní a aktivní bezpečnosti v osobních vozech.

Přehled vlastností systémů a analýza úrovně bezpečnosti, jejich výhody a nebezpečí při nesprávném použití s ohledem na vliv lidského faktoru.

### Doporučený rozsah práce

30 – 35 stran textu včetně tabulek a obrázků

### Klíčová slova

bezpečnost, ABS, airbag, zádržný systém

---

### Doporučené zdroje informací

DOČKAL, V. – HRUBEC, F. – KOVANDA, J. *Pneumatiky*. Praha: ČVUT, Strojní fakulta, 1998. ISBN 80-01-01882-2.

FIRST, J.: Zkoušení automobilů a motocyklů. ČVUT a SnT, Praha 2008

Kolektiv: Bezpečnostní aspekty návrhu dopravních prostředků. ČVUT, 2016

KOVANDA, J. *Konstrukce automobilů : pasivní bezpečnost*. Praha: ČVUT, 1996. ISBN 80-01-01459-2.

*Pasivní bezpečnost vozidel*. ŠATOCHIN, V. – KOVANDA, J. – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. DOPRAVNÍ FAKULTA..

RESL, I. – KOVANDA, J. – SOCHA, J. *Konstrukce automobilů : pérování vozidel*. Praha: ČVUT, Strojní fakulta, 1997. ISBN 80-01-01624-2.

---

### Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

### Vedoucí práce

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

### Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

---

Elektronicky schváleno dne 4. 10. 2016

**doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 4. 10. 2016

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan

V Praze dne 19. 12. 2016

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Pasivní a aktivní bezpečnost v osobních automobilech" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.03.2017

\_\_\_\_\_

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé práce doc. Ing. Miroslavu Růžičkovi, CSc. a svému konzultantovi Ing. Pavlu Hesterinimu z oddělení technického vývoje firmy Škoda Auto a.s. za cenné rady a připomínky při tvorbě této bakalářské práce.

## **Pasivní a aktivní bezpečnost v osobních automobilech**

**Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá pasivní a aktivní bezpečností v osobních automobilech a jejím cílem je poskytnout čtenáři ucelený přehled o prvcích a metodách bezpečnosti. První kapitola pojednává o historii vývoje automobilové bezpečnosti. Další kapitoly se zabývají podrobným popisem prvků a systémů aktivní a pasivní bezpečnosti automobilů – bezpečnostními pásy, airbagy, karoserií, ABS, ASR, ESP<sup>1</sup> a dalšími. Samostatná kapitola je věnována prvkům ochrany dětí, tj. dětským autosedačkám a jejich problematice.

**Klíčová slova:** pasivní bezpečnost, aktivní bezpečnost, airbag, ABS, dětské autosedačky

## **Passive and active safety of personal cars**

**Abstract:** The bachelor thesis deals with passive and active safety of personal cars. The aim of thesis is to provide a comprehensive overview of the car safety elements and methods. The first chapter is dedicated to the history – the development of automotive safety. Further chapters consist of the detailed description of elements and systems of passenger cars' passive and active safety e.g. seatbelts, airbags, chassis, ABS, ASR, ESP and others. The independent chapter is focused on the child safety seats and their problematics.

**Keywords:** passive safety, active safety, airbag, ABS, child safety seats

---

<sup>1</sup>Viz seznam zkratk

## Obsah

Úvod .....	4
1 Vývoj automobilové bezpečnosti .....	5
2 Bezpečnost motorových vozidel.....	8
2.1 Pasivní bezpečnost.....	8
2.2 Aktivní bezpečnost .....	8
3 Prvky pasivní bezpečnosti .....	10
3.1 Bezpečnostní pásy .....	10
3.2.1 Popis děje při nárazu.....	14
3.2.2 Čelní airbag .....	14
3.2.3 Boční airbag.....	14
3.2.4 Hlavový airbag .....	15
3.2.5 Kolenní airbag .....	15
3.3 Karosérie.....	15
3.4 Ochrana chodců .....	17
4 Prvky aktivní bezpečnosti.....	20
4.1 Protiblokovací systém ABS.....	20
4.2 Protiprokluzový systém ASR .....	21
4.3 Elektronický stabilizační program ESP .....	22
4.4 Elektronická uzávěrka diferenciálu EDS.....	23
4.6 Další asistenční systémy .....	24
4.6.1 Multikolizní brzda .....	24
4.6.2 Front Assistant.....	24
4.6.3 Lane Assistant .....	25
4.6.4 Prediktivní systém nouzového brzdění – PEBS .....	25
4.6.5 Systém kontroly tlaku v pneumatikách .....	25
4.6.6 Adaptivní tempomat - ACC (AdaptiveCruiseControl).....	25
4.6.7 Kontrola mrtvého úhlu .....	25
4.6.8 Adaptivní světlometry.....	26
4.6.9 Systém nočního vidění - Night Vision .....	26
5 Funkcionalita bezpečnostních prvků .....	27
6 Dětské autosedačky .....	28
6.1 ISOFIX .....	29
6.2 Protisměrné cestování.....	30
6.3 Základní rozdělení autosedaček.....	30
6.3.1 Skupina 0, 0+.....	30
6.3.2 Skupina I.....	31
6.3.3 Skupina II .....	32
6.3.4 Skupina III .....	32
6.4 Proces testování dětských autosedaček .....	33
6.4.1 Doporučení pro výběr sedačky .....	34
6.4.2 Srovnání jednotlivých dětských autosedaček .....	34
7 Závěr a diskuze.....	35
8 Seznam použité literatury .....	36
9 Seznam obrázků.....	38
10 Seznam tabulek.....	38

## **Seznam zkratek**

ABS (Anti-lock Braking System)

ASR (Antriebsschlupfregelung, Anti Skid Regulation)

ESP (Electronic Stability Program)

EDS (Electronic Differential System)

MBA (Mechanic Brake Assist)

HBA (Hydraulic Brake Assist)

HHC (Hill Hold Control)

ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club)

PEBS (Predictive Emergency Braking System)

TPM (Tyre Pressure Monitoring)

ACC (Adaptive Cruise Control)

Euro NCAP (European New Car Assessment Programme)



## Úvod

Automobilová doprava se stala fenoménem posledního století. V této době si můžeme všimnout stále většího rozvoje této oblasti dopravy. S rozvojem automobilové dopravy je spojen, a nabývá na významu, i vývoj bezpečnosti. První automobily byly nebezpečné nejen pro posádku vozu, ale i pro ostatní účastníky silničního provozu. Největší problém vyvolávala konstrukce automobilů, která nezhledňovala požadavky na bezpečí posádky. Ve druhé polovině století se setkáváme s postupným rozvojem pasivních bezpečnostních prvků, postupem času byly vynalezeny bezpečnostní pásy či airbagy. Přestože byly využívány tyto prvky, automobily byly stále málo bezpečné. Změna nastává až s novým milénium, kdy je možné se v posledních 20 letech setkávat s vývojem nových systémů tzv. aktivní bezpečnosti, mezi něž lze zařadit systémy jako ABS či ASR a další, které chrání jak posádku uvnitř vozidla, tak i ostatní účastníky silničního provozu. V současnosti je možné se setkat v automobilech s kombinacemi bezpečnostních prvků a systémů, které se jednak stávají samozřejmostí a jednak jsou vyžadovány předpisy.

Bezpečnostní prvky a systémy automobilů se rozdělují na pasivní a aktivní. Do první skupiny patří opatření (především konstrukční), jež snižují riziko a následky smrti pro všechny účastníky dopravní nehody a to jak pro posádku vozu, tak i pro ostatní účastníky silničního provozu. Oproti tomu do druhé skupiny, tedy do prvků aktivní bezpečnosti, patří taková opatření, která působí ještě před vznikem nehody, čímž snižují možnost jejího vzniku či jí úplně zabraňují.

Problematikou řešící bezpečnost automobilové dopravy se zabývá řada organizací, které kladou důraz a ověřují funkčnost prvků a systémů (např. Euro NCAP). Současně je problematika bezpečnosti otázkou legislativní.

# 1 Vývoj automobilové bezpečnosti

Automobilismus a s ním přímo spojená narůstající intenzita a hustota provozu na komunikacích se staly výzvou pro výrobce dopravních prostředků v oblasti vývoje bezpečnostních prvků. Historie tohoto oboru začíná na počátku druhé poloviny 20. století. Předtím se v automobilech neseťkáváme s žádnými bezpečnostními prvky. Předchůdci dnešních automobilů byli sestrojováni již na konci 18. století, nicméně bylo dosahováno tak malých rychlostí, že nebylo potřeba zavádět žádná pravidla silničního provozu, čímž by byla zmenšena pravděpodobnost automobilové nehody. Poté v 19. století již byly zaváděny první předpisy, které se zabývaly úpravou zákonů pro silniční vozidla, jako omezení rychlosti či maximální zatížení automobilu. Pro přehlednost byly tyto zákony celosvětově sjednoceny 11. října 1909, kdy byla v Paříži přijata "Mezinárodní smlouva o jízdě automobily", která byla podepsána i Rakouskem-Uherskem. Ve smlouvě byla různá pravidla a určovala i bezpečnostní opatření:

*"Zařízení automobilu musí býti spolehlivé a musí býti provedeno tak, aby zamezilo, pokud jest možno, každé nebezpečí ohně nebo výbuchu, nesmí plašit svým hlukem zvířata jízdna nebo tažná, nesmí způsobovat žádné jiné nebezpečí pro silniční vozbu a obtěžovati dýmem nebo parou příliš mimojdoucí." [20]*

V této smlouvě jsou již zaznamenány dopravní značky. Ty byly zavedeny v Československu až od listopadu roku 1935. Mezi světovými válkami pak zaznamenáváme útlum v provozu automobilů, nicméně se v této době uskutečňují první zkoušky řidičů, kteří po jejich úspěšném absolvování získali tzv. vůdčí list. [20]

Je zřejmé, že interiér prvních automobilů nebyl konstruován tak, aby mohl redukovat následky nehody, čímž by bylo sníženo zranění posádky. Sice automobily v této době dosahovaly nižší rychlosti než dnes, ale i přes to v nich pasažéři umírali již při rychlosti 40 km/h. U těchto vozidel byly nejpoužívanější výrobní materiály hlavně kovy, dřevo a sklo.

Až Nils Bohlin (1920-2002) jako první zkoumal působení sil na posádku automobilu v okamžiku jeho nárazu na pevnou překážku. Tento geniální konstruktér automobilky VOLVO vymyslel prostředek nazvaný bezpečnostní pás, který pevně přidržuje pasažéry na sedadlech při nárazu automobilu a zabraňuje tak, aby se zranili při nekontrolovaném volném pohybu v kabině nebo při nehodách s komplikovanějším pohybem z vozu vypadli. První automobil vybavený

tříbodovým bezpečnostním pásem byl Volvo PV544, který byl vyroben na konci padesátých let. [9]

Hlavní výchozí myšlenkou Bohlina bylo, že pás musí absorbovat síly ve správné oblasti těla – napříč bedry a přes hrudník, kde je lidské tělo nejpevnější a současně bylo nutné, aby šel snadno zapínat a nastavovat a to nejlépe jednou rukou. Nejdůležitější na návrhu Nilse Bohlina byl návrh konstrukce, kde se pás skládal z příčného bederního popruhu a ramenního hrudního popruhu. Pás se zapínal do zámku na středovém tunelu vozidla vedle sedadla tak, aby se vytvořila geometrie pásu ve tvaru písmene “V” se dvěma místy v podlaze vozu (viz Obrázek 1), také bylo důležité to, aby se pás pod zatížením neposouval a neuvolňoval. S tímto principem se setkáváme dodnes.[9]



**Obrázek 1: Vynálezce bezpečnostního pásu Nils Bohlin [Zdroj: 9]**

Později v roce 1967 společnost Volvo prezentovala na mezinárodní konferenci USA zásadní zprávu “28.000 Accident Report”, v níž bylo potvrzeno, že bezpečnostní pás zachraňuje lidské životy a snižuje riziko zranění o 50 až 60%. V důsledku toho si svět začal uvědomovat význam bezpečnostních pásů a od roku 1967 byla, i v bývalé ČSSR, zavedena povinnost používání bezpečnostních pásů na předních sedadlech mimo obec, a tak se staly bezpečnostní pásy povinnou součástí i v našich automobilech.[9] Kromě ČSSR byla tato povinnost od 80. let postupně přijímána a zahrnována do zákonů ve všech zemích světa. Ve Velké Británii dokonce musela být všechna auta vyrobená po roce 1987 vybavena pásy na všech sedadlech. [8] Kromě inovace v podobě pásu přišla firma Volvo i s dalším výrobkem, který měl za následek zmírnění zranění při čelní srážce, a to s čalouněnou přístrojovou deskou. [19]

Další důležitou složkou automobilové bezpečnosti jsou přístrojové desky a airbagy, které tvoří také nedílnou součást ochrany posádky. Airbag byl vynalezen v roce 1952 Johnem W. Hetrickem. Do sériové výroby ho pak zavedla značka Chevrolet a to v roce 1972. Následně v 90. letech můžeme zaznamenat obrovský airbagový boom. Volvo 850 z roku 1991 bylo prvním vozem s airbagem ve standardní výbavě. Airbagy byly zabudovány výhradně v hlavě volantu, pokud se jednalo o airbag řidiče, později se začaly montovat i pro spolujezdce a místo si našly v přístrojové desce. Následně byly zavedeny i boční a hlavové airbagy, které jsou umístovány do boků opěradel sedadel a do sloupků karoserie. V současnosti záchranné pásy a airbagy tvoří neodmyslitelnou součást pasivní bezpečnosti automobilu a jedno bez druhého dnes už ani nemůže existovat.[9]

V roce 1986 v USA Volvo představilo třetí brzdné světlo, jako další inovaci v rámci zvýšení bezpečnosti automobilového provozu. Následně se v Evropě začalo objevovat až koncem 90. let. Světlo se nacházelo na zadním skle a díky tomu bylo viděno řidičem, který jel bezprostředně za vozidlem. Toto světlo bylo tvořeno polovodičovými LED diodami, jež mají krátkou reakční dobu, což umožňuje řidiči rychleji zareagovat. Tato technologie se nyní využívá u všech brzdných světel. [16] Dále se setkáváme s tím, že do poloviny 80. let se auta odemykala a zamykala pomocí klíče od zapalování. V této době zaznamenáváme první dálkové ovládání zámku, poté na začátku 90. let byla v Evropě ustanovena jednotná frekvence pro dálkové ovládání s radiovými vysílači a přijímači 433MHz. [3]

Roku 1997 bylo založeno nezávislé konsorcium Euro NCAP (European New Car Assessment Programme), jež se zaměřuje na uskutečňování tzv. crash testů a testované vozy následně hodnotí za bezpečnost v podobě hvězdiček. Toto konsorcium pochází z Velké Británie a v současnosti je podporováno Evropskou komisí, vládami Francie, Švédska, Německa, Nizozemí a katalánské části Španělska a také motoristickými a spotřebitelskými organizacemi všech zemí EU. [17]

## 2 Bezpečnost motorových vozidel

Bezpečnost motorových vozidel se rozděluje na aktivní a pasivní. Prvky z první skupiny zabraňují nebo předcházejí nehodám, jelikož působí ještě před nehodou. Prvky pasivní bezpečnosti poté zmírňují následky nehod a tedy působí až při nehodě.

### 2.1 Pasivní bezpečnost

Pasivní bezpečnost je jednou z vlastností vozidel, kterou motoristická veřejnost velmi sleduje. Úroveň pasivní bezpečnosti je jedním z rozhodujících prvků ovlivňujících prodejnost vozidel. [4]

Pasivní bezpečnost zahrnuje vše, co chrání cestující před zraněním či dokonce úmrtím v případě dopravní nehody či nějaké kolize. Do pasivní bezpečnosti můžeme zahrnout i systémy, které chrání dokonce chodce při dopravní nehodě. K prvkům pasivní bezpečnosti patří bezpečná konstrukce karoserie nebo sloupku volantu, opěrky hlavy, bezpečnostní pásy, airbagy aj. Pasivní bezpečnost se rozděluje na:

- **Vnější bezpečnost** – zmírňuje následky pro chodce či cyklisty (nárazníky, zaoblení vnějších hran, kryty kol, ochranné systémy při srážce s chodcem...)
- **Vnitřní bezpečnost** – zmírňuje následky pro cestující ve vozidle (ochrana proti vymrštění osob, ochrana proti požáru, zachování prostoru pro přežití...)[1]

### 2.2 Aktivní bezpečnost

Mezi prvky aktivní bezpečnosti zařazujeme různé systémy, technická zařízení a vlastnosti vozu, které pomáhají zabránit nebo předejít dopravním nehodám a mezi něž patří např. kvalitní brzdy, přesné řízení a celá řada elektronických protiblokovacích, protiprokluzových a stabilizačních systémů. Z hlediska bezpečnosti je důležité pohodlí řidiče, dostatečný výhled, teplota v kabině aj. Aktivní bezpečnost můžeme rozdělit [1] na:

- **Jízdní bezpečnost** – vlastnosti zmenšující jízdní nedostatky (brzdné vlastnosti, směrová stabilita, řízení, odpružení...)
- **Kondiční bezpečnost** – opatření zajišťující jízdní pohodlí (mikroklima, větrání, vytápění, klimatizace, sedění, hladina hluku...)
- **Pozorovací bezpečnost** - “vidět a být viděn” (výhled z vozidla, osvětlení vozovky...)

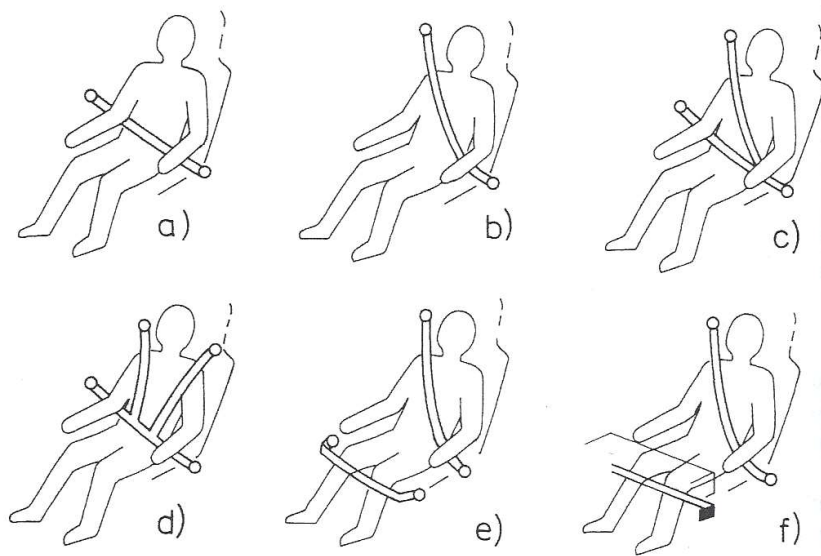
- **Ovládací bezpečnost** - spolehlivost a jistota obsluhy (umístění ovladačů, zajištění dveří, zvuková signalizace...)

### 3 Prvky pasivní bezpečnosti

Tato kapitola se bude zabývat prvky pasivní bezpečnosti. Postupně zde budou rozebrány bezpečnostní pásy, airbagy a karoserie.

#### 3.1 Bezpečnostní pásy

Bezpečnostní pás je základním bezpečnostním prvkem. Jeho úkolem je ochránit tělo před nárazem do částí vozu nebo ostatních cestujících a také zabezpečit, aby nevyletělo z vozu. Bez jeho správného použití nás neochrání ani airbagy, ani deformační zóny karoserie. [5] Nejčastěji se používá aktivní tříbodový pás a to kombinovaný diagonální a pánevní pás (viz Obrázek 2). Pro uzávěr aktivních pásů se používá téměř výhradně tlačítkové ovládání. [1]



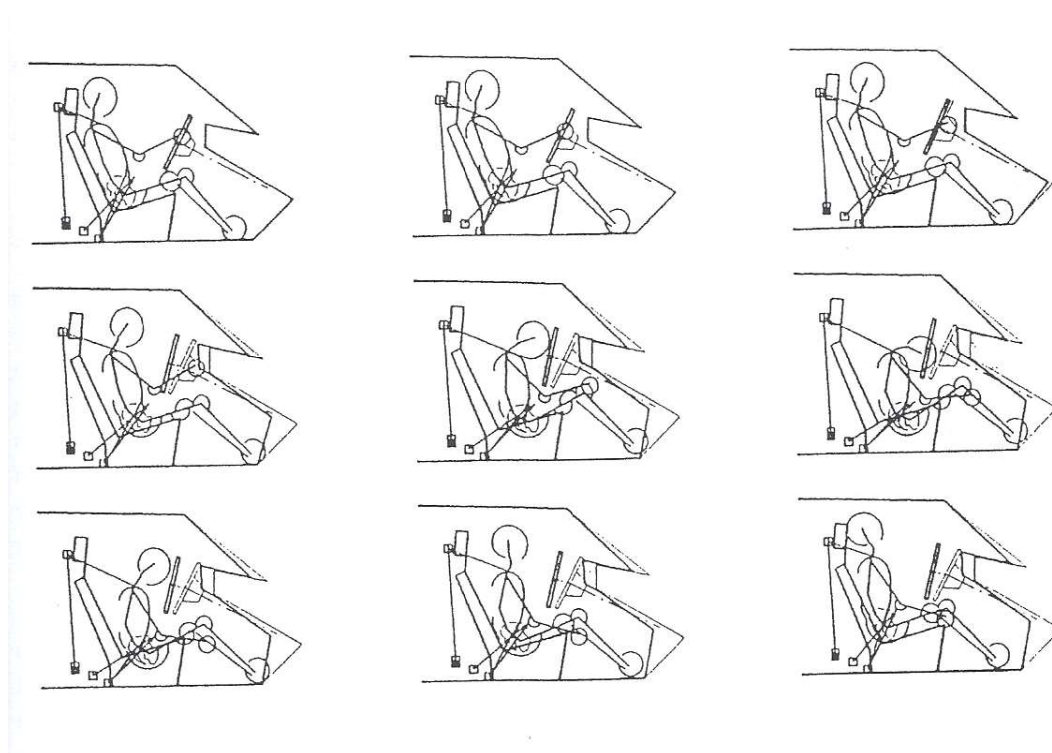
Obrázek 2: Druhy bezpečnostních pásů: a) dvoubodový (břišní), b) dvoubodový (diagonální), c) tříbodový, d) čtyřbodový (šle), e) ramenní a kolenní, f) diagonální s kolenní opěrkou [Zdroj: 1]

Přední pásy jsou vybaveny pyrotechnickými předepínači a omezovači tahu, které při nárazu bleskovým přitažením pás zkrátí zhruba o 10 cm, tím se odstraní vůle mezi pásem a cestujícím, a tudíž pás přitáhne cestujícího pevněji k sedadlu, čímž se účinnost pásů výrazně zvyšuje. Aby nedošlo k poranění cestujících od příliš pevně přitažených pásů, jsou vybaveny omezovači síly v pásech. Překročí-li síla v pásech hodnotu 5 kN (odpovídá více než 500 kg), začne se zkrucovat hřídelka, na níž je pás navinut, tím dojde k povolení pásu a síla v něm se tedy již dále neztvrdí. Je nutné, aby cestující měli v místech kontaktu těla s pásem na sobě oblečení a aby

tam, kde pás doléhá na tělo pasažéra, nebyly tvrdé předměty, které by se mohly zatlačit do těla, čímž je myšleno např. telefon, zapalovač, propiska, klíče aj. Životnost pyrotechnické náplně není omezena, a proto není omezena ani její funkčnost. [5]

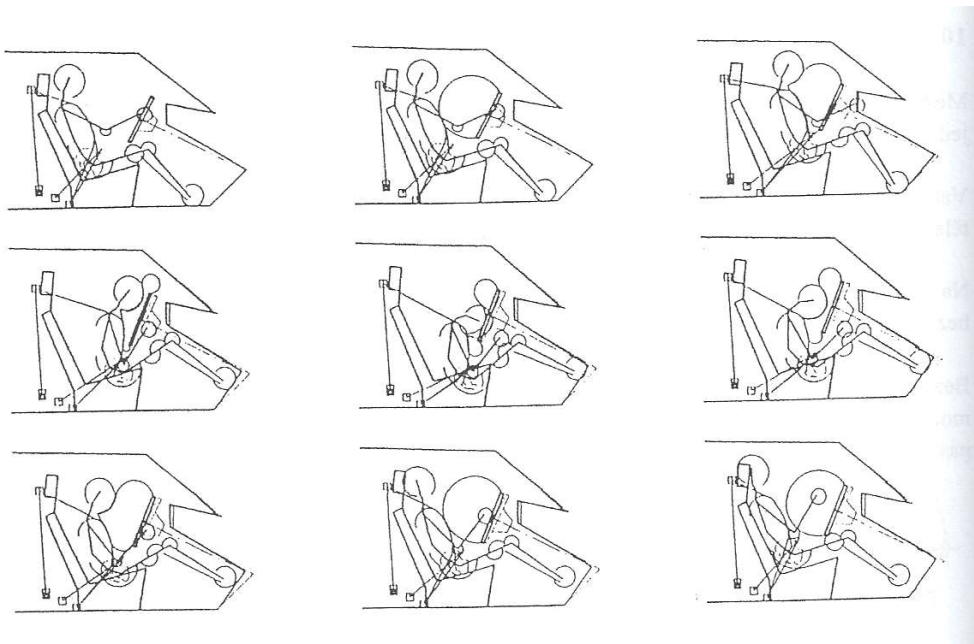
### 3.2 Bezpečnostní vaky – airbagy

Mezi pasivní zádržné systémy patří také airbag, který má vzhledem k popruhovému systému jednu výhodu – je to přímá ochrana hlavy před jejím nárazem na vnitřní části vozidla při čelní srážce (viz Obrázek 3). Vaky působí na horní část těla cestujícího, zatímco spodní část je volná, a proto je chráněna kolenním polštářem nebo kolenním pásem (viz obrázek 4). [1]



Obrázek 3: Kinematika řidiče při čelním nárazu bez použití airbagu [Zdroj: 1]





Obrázek 4: Kinematika řidiče při čelním nárazu při použití airbagu [Zdroj: 1]

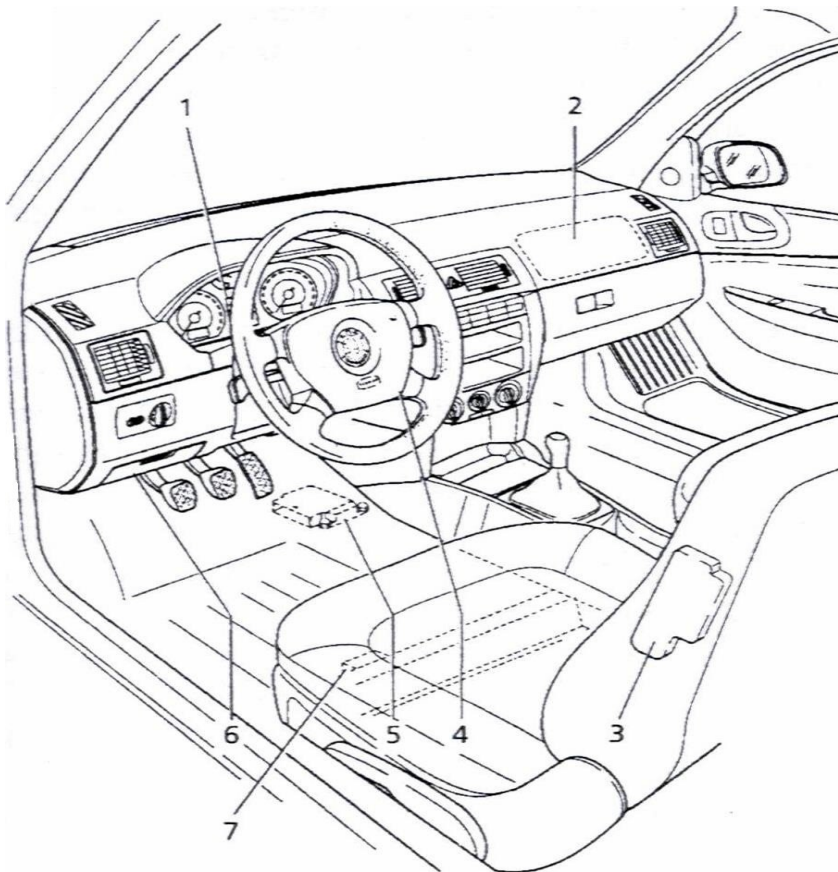
Každý airbag je složen z vaku z polyamidové tkaniny, inflátoru (plynového generátoru, který produkuje plyn pro naplnění vaku) a řídicí jednotky se senzory zrychlení. Řídicí jednotka aktivuje jednotlivé airbagy na základě vyhodnocení signálů od snímačů zrychlení, resp. zpomalení pro každý směr. Nemělo by se tak stát, že se např. při čistě bočním nárazu aktivují oba čelní airbagy. [10]

V okamžiku nárazu, kdy snímače zrychlení naměří hraniční hodnoty, vyšle řídicí jednotka signál do příslušných airbagů, respektive inflátorů. Poté se tablety pro tvorbu plynu v inflátoru zapálí elektrickým můstkovým zapalovačem s roznětkou v tělese inflátoru, a tím vznikne chemická reakce produkující plyn, který airbag naplní, což probíhá velice rychle a to v řádech milisekund ( $1 \text{ ms} = 0,001 \text{ s} = 1/1000 \text{ s}$ ). [10]

**System airbagů (viz Obrázek 5) ve vozidle se skládá z následujících komponentů [8]:**

- **Airbagy** - o ty tu samozřejmě jde především. Mohou být ve volantu, v palubní desce před spolujezdcem, ve sloupcích, zašité do sedačky, v prahu, ve středové konzoli nebo na jiných místech. Airbagy rozdělujeme zejména na airbag řidiče, airbag spolujezdce, boční airbagy (v sedačce), hlavové airbagy, kolenní airbagy, hrudní airbagy aj.
- **Předpínače pásů** - jde o zařízení, které provede přitažení bezpečnostních pásů, čímž se zabrání tomu, aby člověk při nárazu byl vržen přímo proti vystřelujícímu airbagu.

- **Čidla nárazu** - díky nim se vozidlo dozví, že došlo k nehodě. Hlavní čidlo bývá přímo součástí řídicí jednotky. Dále ve voze mohou být nainstalována pomocná čidla, např. v prahu (detekující postranní náraz), v nárazníku a na jiných místech.
- **Vypínače airbagů** - některé vozy jsou vybaveny vypínači některých airbagů, zejména u spolujezdce, pro případ použití dětské autosedačky.
- **Detektory obsazenosti sedadel** - slouží k rozpoznání, zda je na některé sedačce pasažér či nikoli, podle toho se pak v případě nehody aktivují pásy a airbagy.
- **Kontrolka airbagu** - je rovněž důležitým prvkem systému. Indikuje, zda airbagy ve vozidle správně fungují či nikoli.
- **Řídicí jednotka airbagů** - je nejdůležitější částí systému, přičemž vše řídí, kontroluje a v případě nehody i jedná.



Obrázek 5: Rozmístění airbagů: 1 - kontrolka systému airbagů, 2 - modul čelního airbagu spolujezdce, 3 - modul bočního airbagu na straně řidiče, 4 - modul čelního airbagu pro řidiče, 5 - řídicí jednotka systému airbagů, 6 - diagnostická přípojka, 7 - snímač bočního nárazu pro boční airbag [Zdroj: 1]

Pro správný chod celého systému musí bezchybně fungovat všechny jeho komponenty, přičemž jeho nefunkčnost je hlášena kontrolkou airbagů na přístrojové desce. Je-li v tu chvíli rozsvícena, kompletní systém je zcela nefunkční a v případě nehody airbasy nevystřelí. [8]

### **3.2.1 Popis děje při nárazu**

Pokud dojde k nárazu, nárazová čidla zaznamenají nehodu a informují o tom řídicí jednotku. Ta vyhodnotí situaci a určí z jakého směru je náraz veden a jakou má razanci. Následně řídicí jednotka podle toho rozhodne, jaké airbasy a předpínače budou odpáleny. Tento celý akt se odehrává v čase kratším, než je zlomek vteřiny. Informace o nehodě si poté uloží do své paměti a díky tomu je od této chvíle jednotka softwarově uzamčená a nelze ji znovu použít ve voze a ani diagnostikou není možné závady vymazat a jednotku znovu uvést do původního stavu. [8]

### **3.2.2 Čelní airbag**

Čelní airbasy mají za úlohu chránit osoby na předních sedadlech před poraněními hlavy a hrudníku při nárazu vozidla na pevné překážky rychlostmi do 60 km/h. Při čelním nárazu mezi dvěma vozidly chrání čelní airbag do relativních rychlostí 100 km/h. 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. [1]

Při nárazu se nafoukne přibližně za 0,04 sekundy. Airbag ovšem nezůstává naplněný, po nafouknutí dochází k jeho kontrolovanému vypouštění tak, aby nebylo tělo pouze odraženo, ale velmi měkce pohlceno, jakoby si lehlo do polštáře. Po nehodě je proto většinou vidět již vyfouknutý airbag. Čelní airbasy se aktivují jen v rozsahu od čelních nárazů až po nárazy šikmo zepředu. [5]

### **3.2.3 Boční airbag**

Boční airbasy chrání hrudník a bederní partie osob sedících na předních sedadlech. Jsou aktivovány při bočním nárazu za podmínek, jež jsou definovány takto: mezi aktivace je náraz odpovídající nárazu do nedeformovatelné bariéry rychlostí 28 km/h a vyšší. Kryty airbagů (na volantu, na přístrojové desce a v boční partii opěry sedadla) při odpálení airbagů prasknou, a proto nesmějí být tato místa ničím zakrývána nebo polepována. Boční airbag je umístěn ve vnějších částech opěradla předního sedadla, či ve dveřích za výplní. [1]

Včasně rozvinutí bočního airbagu se vzhledem k chybějící deformační zóně a malé vzdálenosti mezi cestujícím a bočními konstrukčními strukturami vozidla vytváří zvlášť obtížně. Čas pro rozpoznání nárazu a aktivaci airbagu musí proto při tvrdém bočním nárazu činit cca 3ms a nafukovací čas cca 12l velkého airbagu smí obnášet maximálně 10ms. [1]

### **3.2.4 Hlavový airbag**

Hlavový airbag chrání pasažéry při bočních kolizích a doplňuje tak klasické postranní airbasy. Je složen ze zhruba dva metry dlouhého, 35 cm širokého a 6 cm silného nafukovacího vaku, který je upevněn na interiérové straně rámu střechy a sahá od předního až po zadní střešní sloupek. V případě nárazu se vak nafoukne ve stejném okamžiku jako postranní airbag a rozprostře se po celé délce interiéru jako nafukovací záclona, čímž brání nárazu hlavy řidiče nebo spolujezdce do postranního skla, střešního sloupku nebo rámu. Kvůli své velikosti zároveň také chrání hlavy cestujících na zadních sedadlech. Další jeho funkcí je zabránění vniknutí střepů skla nebo dalších předmětů do vnitřku vozu. Je tvořen např. devíti vzduchovými komorami, které se v případě nehody nafouknou během 25ms. [1]

### **3.2.5 Kolenní airbag**

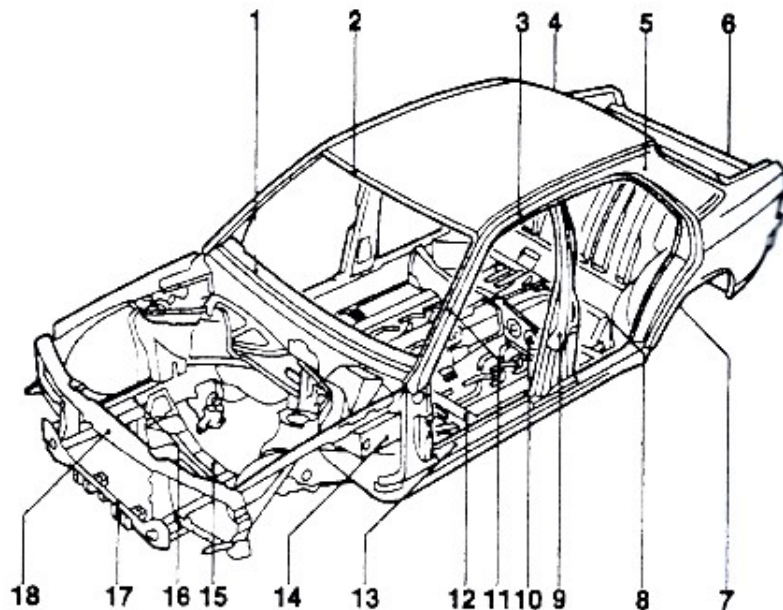
Tento airbag je umístěn pod volantem v palubní desce. V případě nárazu zabraňuje kontaktu dolních končetin s díly přístrojové desky (klíčku, sloupku volantu aj.). [5]

## **3.3 Karosérie**

Ochrana cestujících v případě nehody závisí také na struktuře karoserie, vnitřním vybavení karoserie, vlastnostech zadržovacích systémů a zabránění vzniku požáru. Při návrhu karoserie je nutno zabezpečit i kompatibilitu vozidla ve vztahu k chodci, cyklistovi či ve vztahu k jiným vozidlům. [2]

Struktura karoserie (viz Obrázek 6) musí z hlediska pasivní bezpečnosti splňovat dvě základní kritéria. Za prvé musí mít nosná struktura při kolizi dostatečnou schopnost absorpce energie, která zaručuje nepřekročení biomechanických tolerančních limitů, což znamená, že nosná struktura karoserie musí mít při své deformaci takovou silovou charakteristiku, aby zpoždění člověka ve vozidle nepřekročilo mezní hodnoty. Za druhé je to taková vlastnost, kdy nosná deformace nosné struktury nesmí být tak velká, aby byl narušen vnitřní prostor pro posádku. [2]

Pevný prostor pro cestující musí být bezpečný. Má tři zóny k zachycení sil vznikajících při nehodě. V případě čelního nárazu slouží jako hlavní deformační zóna přední rám. V horní části je zatížení přenášeno k přednímu sloupku výztuhami blatníků, které sahají až ke světlometům. Zvláště tuhý pomocný rám tvoří spodní deformační zónu. Přichází-li nárazová energie pouze z jedné strany, příčný člen předního blatníku přenáší sílu i na druhý bok vozidla, který se rovněž zúčastní deformačního procesu. [2]



Obrázek 6: Nosná konstrukce surové karoserie: 1 - příčník pod předním oknem, 2 - střešní rám vpředu, 3 - střešní rám bočně, 4 - střešní rám vzadu, 5 - C-sloupek, 6 - středový příčník v zádi, 7 - zadní podlaha a prohlubeň pro náhradní kolo, 8 - podélník vzadu, 9 - B-sloupek, 10 - příčník pod zadním sedadlem, 11 - A-sloupek, 12 - příčník pod sedadlem spolujezdce, 13 - podélník bočně, 14 - podběh kola, 15 - příčník motoru, 16 - podélník vpředu, 17 - příčník vpředu, 18 - příčník chladiče [Zdroj: 1]

Základní požadavky na karosérie [2]:

- Ochrana řidiče a cestujících i nákladu před povětrnostními vlivy
- Přehlednost všech kontrolních orgánů a zařízení
- Bezpečný výhled z vozidla dopředu, dozadu i do stran pro jízdu ve víceprroudých vozovkách
- Účelnost tvaru a provedení karoserie
- Příznivá tepelná pohoda pro řidiče a přepravované osoby
- Omezení hluku
- Omezení vibrací
- Správné tvarování sedadel a jejich prodyšnost

- Dosažitelnost všech ovládacích orgánů z místa řidiče
- Estetika interiéru
- Uspořádání a tvarové řešení přístrojů a zařízení
- Omezení následků nehody
- Aerodynamická stabilita
- Vysoká životnost a spolehlivost
- Estetika vnějšího tvaru karoserie

Prostorové omezení karoserie je dáno panely a strukturními částmi. Struktura karoserie je rozdělena do dvou skupin [1]:

- Spojovací prvky – střecha, boční díly, podlahové části
- Nosné prvky – sloupky, práh, podélníky, příčnický, střešní rám

Karoserie chrání cestující hlavně ve dvou případech nehody. První z nich je převrácení vozidla, kdy musí vozidlo během relativně dlouhé dráhy (vzhledem k čelnímu nárazu) zachytit jen malou energii. Důležité je, aby konstrukce střechy byla dostatečně tuhá, čímž by byl zajištěn prostor pro přežití při pohybu převráceného vozidla, popř. i při vícenásobném překlopení. Tuhost karoserie zvyšují správně řešené okenní a dveřní sloupky. [2]

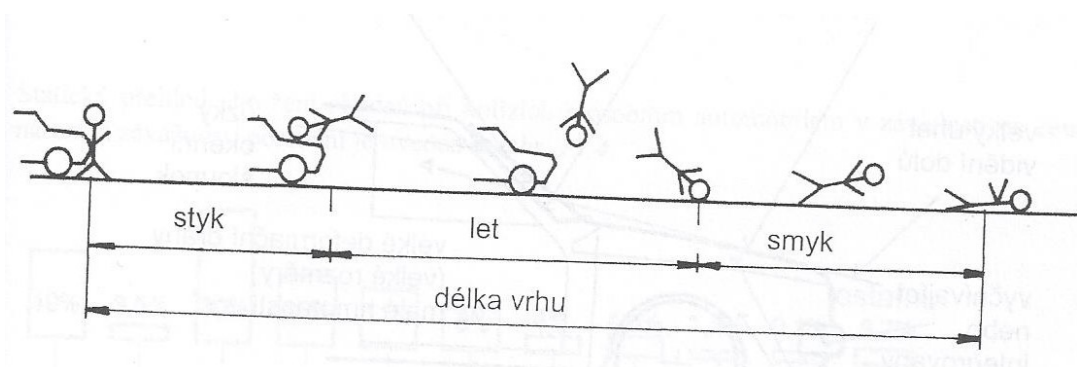
V druhém případě se jedná o velmi nebezpečný boční náraz na úzkou překážku (strom, sloup), kdy dochází k bočnímu lámání vozidla setrvačnými silami. Pravděpodobnost úrazu je v této situaci vysoká, neboť boční deformace karoserie může být jen malá, a proto zpoždění cestujících velké. Také může v této situaci proniknout cizí objekt do prostoru pro přežití. Možnost ochrany je v tomto případě nízká a lze ji zajistit jen dostatečným vyztužením boků vozidla. [2]

### **3.4 Ochrana chodců**

Velmi nebezpečná a často i smrtelná je srážka vozidla s chodcem. Charakter této srážky závisí také na vlastnostech karoserie (tvar, tuhost), jelikož lze následky srážky zmírnit některými úpravami přídě automobilu. [1]

V této situaci dochází k vícenásobné přeměně energie. Při nárazu vozidla do chodce se stane to, že se začne chodec pohybovat přibližně stejnou rychlostí jako vozidlo, přičemž jsou nejdříve zasaženy nohy nárazníkem, poté pánev přední hranou kapoty a nakonec hlava kapotou či předním oknem (viz obrázek. 10).

Za předpokladu, že auto zabrzdí, se chodec uvolní od vozidla a narazí na vozovku (sekundární ráz), kde poklesne jeho rychlost opět na nulu, či eventuálně narazí ještě na nějakou překážku (obrubník, jiné vozidlo, přejetí), čemuž říkáme terciální ráz. [1]



Obrázek 7: Průběh nehody chodce [Zdroj: 1]

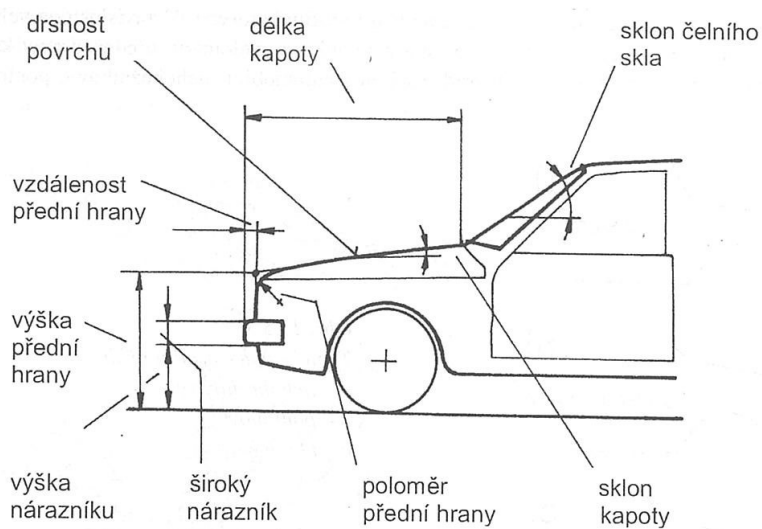
Míra poranění závisí na dvou okolnostech a to místě nárazu, čímž je rozuměno styk části těla chodce s částí vozidla, popř. s vozovkou a druhem nárazu, který je určován nárazovou rychlostí a směrem nárazu naražené části těla chodce a tvarem a tuhostí místa nárazu na vozidle. [1]

Požadavky na průběh pohybu chodce po kolizi s vozidlem [1]:

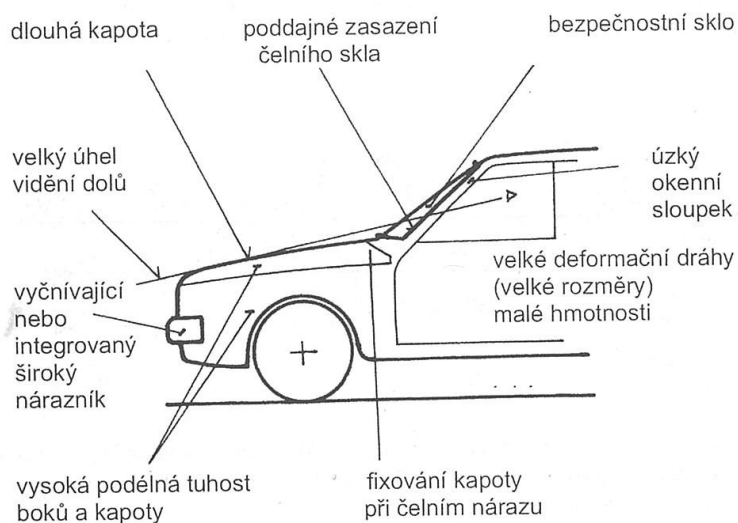
- Náraz by měl probíhat v pořadí nohy – pánev – hrudník – hlava
- Doba styku chodce s vozidlem co nejdelší (odvalování, smýkání, deformace)
- Výška vrhu co nejmenší
- Zabránění odhozu dětí směrem dopředu dolů (nebezpečí přejetí)

Požadavky na tvar karoserie, která může zmírnit následky poranění chodců při srážkách s automobilem (viz Obrázek 8 a 9) [1]:

- Nárazník mírně vyčnívající před vozidlo
- Nárazník nemá být příliš vysoko, aby nedošlo k poranění kolen
- Nárazník nemá být příliš nízko, aby nevznikl velký točivý impuls a vysoká rychlost nárazu hlavy na vozidlo
- Malá vozidla by měla mít výraznou přední hranu kapoty
- Jestliže je přední hrana tuhá, pak je nutno posunout ji dále za nárazník
- Délka kapoty co největší
- Výška přední hrany by neměla být extrémně velká nebo malá
- Sklon kapoty má být malý
- Sklon čelního okna plochý, zaoblený tvar čelního skla v půdorysu



**Obrázek 8: Faktory ovlivňující bezpečnost posádky [Zdroj: 1]**



**Obrázek 9: Faktory ovlivňující bezpečnost chodců [Zdroj: 1]**



## 4 Prvky aktivní bezpečnosti

Tato kapitola se bude zabývat prvky aktivní bezpečnosti. Jsou zde představeny hlavní ochranné systémy, které slouží k zabránění případné autonehody.

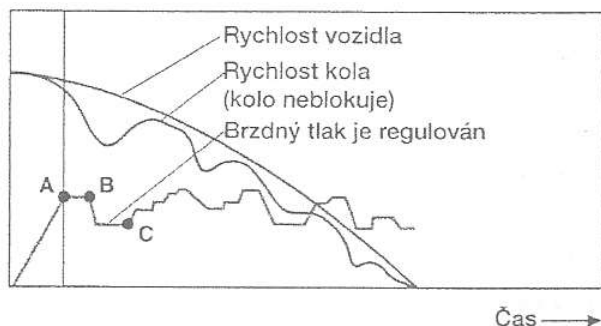
### 4.1 Protiblokovací systém ABS

ABS (Anti-lock Braking System) zabraňuje zablokování kol během brzdění, přičemž se kolo stále odvaluje, a tím je zabráněno ztrátě adheze mezi kolem a vozovkou. Odvalující se kolo totiž umožňuje zachování stability, ovladatelnosti a říditelnosti vozidla v mezních situacích a to například při prudkém brzdění nebo brzdění na kluzké vozovce. Zablokované kolo nepřenese žádnou boční sílu a neumožní tak automobilu, aby se zatočil. [11]

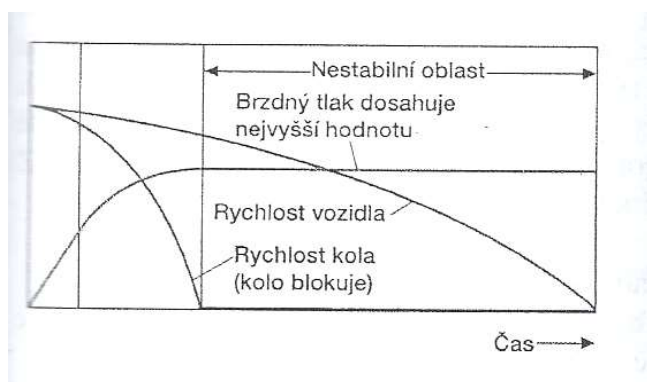
Každé kolo má vlastní snímač otáček, který dává řídicí jednotce informace o rychlosti otáčení jednotlivých kol. Pokud řídicí jednotka dostane signál, že je kolo blokováno, krátkodobě sníží tlak v brzdovém systému, a tím uvede kolo znovu do pohybu. Systém ABS tak může učinit 12–16 krát za sekundu, čímž je zajištěno relativně stálé otáčení kola a s ním spojená říditelnost vozu. Při prudkém brzdění systém ABS udržuje brzdnou sílu na mezi adheze, dochází při něm k zablokování kola a následnému uvolnění kola v rychlém sledu za sebou až do zastavení vozidla. [11]

Při prudkém brzdění na mezi adheze je slyšet přerušované brzdění, např. na mokré vozovce, které způsobuje svou činností právě ABS, když odpouští tlak v brzdovém systému, čímž sníží brzdnou sílu a kolo se odblokuje. Pedál při této činnosti jakoby kope a při delším brzdění klesá k podlaze.[11]

Na suché vozovce má vozidlo bez ABS kratší brzdnou dráhu. Na vlhké vozovce se už rozdíl vyrovnávají a na zledovatělém povrchu má vozidlo s ABS kratší brzdnou dráhu (viz Obrázek 10 a 11). Důležitou výhodou však zůstává především možnost řízení vozidla při brzdění. [11]



Obrázek 10: Brzdění s ABS [Zdroj: 3]



Obrázek 11: Brzdění bez ABS [Zdroj: 3]

## 4.2 Protiprokluzový systém ASR

Systém regulace prokluzu ASR (Antriebschlupfregelung, Anti Skid Regulation), je rozšířením systému ABS, jehož úloha je především zajistit stabilitu a říditelnost vozidla při zrychlení. [3]

Regulace prokluzu má zabránit protáčení kol při rozjezdu nebo zrychlení:

- Na vozovce s náledím na jedné nebo obou stranách vozidla, obou zrychlení v zatáčce
- Při jízdě do kopce (u automobilu s předním pohonem)

Systém ASR udržuje vozidlo pod kontrolou a zvyšuje tak jeho bezpečnost. Prokluzující kola vedou k vysokému opotřebení pneumatik a hnacího ústrojí. ASR toto nebezpečí snižuje. Tento systém má samočinně zasáhnout, pokud to situace vyžaduje, což se děje např. při rozjezdu vozidla. Z rozdílu prokluzů na hnacích kolech může ASR rozlišovat mezi průjezdem zatáčkou a prokluzem kola.

V protikladu k mechanickému závěru diferenciálu nedochází při průjezdu zatáčkou ke “gumování” kola. Pokud řidič prudce akceleruje, nemůže ani závěr diferenciálu zabránit prokluzu kol. ASR ovšem samočinně řídí výkon motoru tak, aby kola neprokluzovala. [3]

Řidič při akceleraci zvyšuje točivý moment motoru, tím se současně zvyšuje hnací moment na kolech vozidla. Má-li se tento zvýšený moment o co “opřít” (vysoký součinitel adheze), lze vozidlo bez problémů zrychlit. Překročí-li ale tento hnací moment fyzikálně maximální přenesitelný hnací moment (daný radiálním zatížením kola a součinitelem adheze vozovky) dojde k prokluzu hnacího kola. Tím se snižuje přenesitelná hnací síla a vozidlo je díky ztrátě boční síly nestabilní. ASR snižuje prokluz hnacích kol během zlomku sekundy na nejlepší možnou hodnotu. [3]

### **4.3 Elektronický stabilizační program ESP**

Při jízdě vozidla existují určité hraniční oblasti, kde je vozidlo již velmi těžce ovladatelné. Často jsou tyto kritické situace i zkušenými řidiči nesprávně odhadnuté a dochází tak například, díky silným pohybům volantů, ke smyku vozidla. Zvládnout situaci pomáhají systémy regulace dynamiky jízdy ESP (Electronic Stability Program), které obsahují protiblokovací systém ABS a protiprokluzovou regulaci ASR. [3]

Systémy stabilizace jízdy vozidla jsou určitým rozšířením systému ABS a ASR, které umožňují ovládat skluz nebo prokluz pneumatiky (při brzdění nebo zrychlení) pouze v podélném směru vozidla. Systém ESP reguluje skluz pneumatiky také v příčném směru. Příliš velký příčný skluz pneumatiky vede ke ztrátě bočního vedení a k “vybočení” vozidla do strany. ESP zvyšuje stabilitu vozidla ve stopě při průjezdu zatáčkou a zároveň snižuje nebezpečí smyku při brzdění, zrychlení i při volném pohybu vozidla. Kompletní regulační technika systémů ESP vyžaduje velmi výkonnou elektroniku a snímače. [3]

ESP se skládá z hydraulického agregátu a řídicí jednotky, jež je vybavena senzory snímajícími a vyhodnocujícími jízdní situaci. Hydraulický systém ESP v kritických situacích rychle zvýší brzdící tlak na jednotlivých kolech, čímž zabraňuje nechtěnému smyku. Toto zvýšení brzdícího tlaku probíhá automaticky a bez zásahu řidiče. Brzdící impuls tak může vozidlo stabilizovat a znovu je uvést do správného směru jízdy. Podle potřeby systém také snižuje točivý moment motoru, což napomáhá stabilizaci automobilu. [3]

Užitečnost ESP pro řidiče se projevuje především v těchto oblastech [3]:

- v lepší ovladatelnosti automobilu v kritických situacích
- ve snížení nebezpečí smyku nebo ztráty přilnavosti pneumatik k povrchu vozovky

- ve vyšší stabilitě vozidla ve fyzikálních hranicích
- v optimalizaci brzdě dráhy

Těmito vlastnostmi ESP přispívá ke snížení rizika vzniku těžkých dopravních nehod.

#### **4.4 Elektronická uzávěrka diferenciálu EDS**

Použití elektronického závěru diferenciálu EDS (Electronic Differential System) je možné jen ve spojení s protiblokovacím systémem ABS. Pokud hnací kola automobilu prokluzují, systém EDS rozděljuje hnací moment motoru nerovnoměrně na poháněná kola pomocí řízeného brzdění těchto kol. [3]

EDS výrazně ulehčuje, resp. umožňuje rozjezd, zrychlení a jízdu ve stoupání za velmi špatných jízdních podmínek. EDS pracuje automaticky bez zásahu řidiče. Pomocí snímačů ABS kontroluje otáčky hnacích kol - pokud se na kluzkém povrchu protáčí kolo jen na jedné straně, vzniká tak rozdíl otáček mezi hnacími koly. EDS přibrzdí protáčející se kolo a diferenciál přeneše na druhé kolo větší hnací sílu. [5]

#### **4.5 MBA, HBA, HHC**

MBA (Mechanic Brake Assist) a HBA (Hydraulic Brake Assist) jsou brzdové asistující systémy maximalizující brzdny účinek v krizové situaci, tj. zvyšují v případě prudkého brzdění brzdnu sílu a umožňují rychle vytvořit potřebny tlak v brzdovém systému. Většina řidičů brzdí v nebezpečných situacích sice rychle, ale nesešlapuje brzdový pedál dostatečně silně, a proto nelze dosáhnout maximálního zpomalení vozidla, čímž vozidlo ujede ještě nějakou vzdálenost navíc. Brzdový asistent se aktivuje prudkým sešlápnutím brzdového pedálu, a díky tomu je pak k dispozici mnohem větší brzdny tlak, než při běžném brzdění. Brzdový asistent plně využívá přednosti ABS. Po uvolnění brzdového pedálu se funkce brzdového asistenta automaticky vypne a brzdy pracují obvyklým způsobem. Brzdový asistent je součástí systému ESP. [5]

HHC (Hill Hold Control) asistuje při rozjezdu do kopce a usnadňuje tak rozjezd ve stoupání, což spočívá v tom, že systém udrží brzdny tlak, který byl vytvořen sešlápnutím brzdového pedálu, asi ještě dvě sekundy po uvolnění brzdového pedálu, řidič tak může přesunout nohu z brzdového pedálu na plynový pedál a rozjet se do kopce, aniž by musel použít ruční brzdu. Brzdny tlak klesá postupně s přidáváním plynu. Pokud by se vozidlo do dvou sekund nerozjelo, začne couvat. Asistent rozjezdu do kopce je aktivní od stoupání 5 %, pokud jsou zavřené dveře řidiče. Je funkční vždy jen při rozjezdu do kopce a to jak při jízdě vpřed, tak i při couvání. [5]

## **4.6 Další asistenční systémy**

### **4.6.1 Multikolizní brzda**

Ne vždy vozidla po kolizi zůstanou ihned stát na místě. Mnohdy automobil po nárazu pokračuje v jízdě do protisměru či mimo vozovku, aniž by mu v tom mohl řidič zabránit a to proto, že je v šoku, anebo zraněný. Tomuto riziku zabráňuje právě multikolizní brzda, která vůz po kolizi automaticky zabrzdí a to dokonce i v případě, kdy řidič už nesešlápne brzdový pedál, čímž se buď zabrání dalšímu, následnému nárazu, nebo se rychlost tohoto následného nárazu alespoň sníží. Multikolizní brzda je součástí elektronického stabilizačního systému ESC, která vůz zbrzdí až do zbytkové rychlosti 10 km/h. Při aktivované multikolizní brzdě se rozsvítí varovné blikáče a brzdová světla. Řidič může systém kdykoli „vypnout“ tím, že přidá plyn, nebo začne sám naplno brzdit. Německý automotoklub ADAC ocenil multikolizní brzdu, vyvinutou koncernem Volkswagen, jako přínosnou inovaci na poli bezpečnosti. [6]

### **4.6.2 Front Assistant**

Front Assistant sleduje prostor před vozem a v případě hrozící kolize aktivuje brzdový systém pro zmírnění následků potenciální nehody. Stejně jako adaptivní tempomat Adaptive Cruise Assistant, využívá Front Assistant radar integrovaný v přední vozu, který permanentně měří odstup od vozů před sebou. Systém funguje ve čtyřech stupních: čím menší je vzdálenost od vozu vpředu, o to silnější je zásah systému Front Assistant. Prvním stupněm je optická výstraha pro dodržení správného odstupu. Další stupeň, před blížící se překážkou, varuje opticky i akusticky a připraví brzdovou soustavu na důrazné brzdění. Jako hlavní varování pak ve třetím stupni následuje prudké trhnutí krátkým samočinným přibrzděním a začíná vlastní automatické částečné brzdění. V nejvyšším čtvrtém stupni se pak přepne brzdový asistent na nejvyšší citlivost, a pokud řidič nereaguje, následuje brzdění o maximální intenzitě. Tímto procesem může systém snížit závažnost nehody v závislosti na konkrétní situaci a dokonce může nehodě zcela zabránit. V rozsahu rychlostí od 5 do 30 km/h pracuje Front Assistant s funkcí nouzové brzdy. Pokud řidič na překážku před sebou nezareaguje, nouzová brzda dokáže v optimálním případě vůz jedoucí rychlostí do 30 km/h zcela zastavit, či zmírnit následky střetu. [6]

### **4.6.3 Lane Assistant**

Lane Assistant hlídá jízdu v jízdním pruhu, přičemž případně koriguje vyjetí. Korekce slouží pro informování řidiče, a proto je síla korekce malá, vůz stále ovládá řidič. [5]

### **4.6.4 Prediktivní systém nouzového brzdění – PEBS**

Systém PEBS (Predictive Emergency Braking System) pomáhá zabránit nárazům do zadní části vpředu jedoucího vozidla a zmírnit jejich následky. Systém, který je založen na propojení radarového snímače se systémem regulace jízdní dynamiky (ESP) nebo elektronickým řízením stability (ESC), v raném stádiu varuje řidiče a v případě nutnosti mu poskytuje pomoc aktivním brzděním. [6]

### **4.6.5 Systém kontroly tlaku v pneumatikách**

Systém DDS varuje při sníženém tlaku v pneumatikách tak, že okamžitě upozorní na ucházející pneumatiku rozsvícením výstražné kontrolky na přístrojovém panelu. Řidič má díky tomu dost času bezpečně zastavit a problém vyřešit. [6]

Další je systém TPM (Tyre Pressure Monitoring), který sleduje tlak vzduchu v pneumatikách. Při ztrátě tlaku v kolech pak automaticky varuje řidiče o poklesu tlaku. [6]

### **4.6.6. Adaptivní tempomat - ACC (Adaptive Cruise Control)**

Asistenční systém pro řidiče, který rozezná vozidla jedoucí vpředu, vypočte jejich rychlost a pomocí řízení brzd a motoru udržuje bezpečnou vzdálenost od vpředu jedoucích vozidel v závislosti na tempu jízdy. [6]

### **4.6.7 Kontrola mrtvého úhlu**

Systém hlídá tzv. mrtvý úhel a to pomocí ultrazvukových čidel, které jsou umístěny na bocích vozidla, upozorní i na vozy, jenž řidič nemusí vidět, přičemž signalizace probíhá pomocí indikátoru ve vnějším zpětném zrcátku. [6]

#### **4.6.8 Adaptivní světlomety**

Inteligentní multifunkční natáčecí světlomety pracují v závislosti na natočení volantu, rychlosti jízdy a míře otáčení vozu kolem svislé osy. Světlomety dynamicky osvětlují zatáčku a prostor před vozidlem, tak aby bylo osvětleno okolní prostředí do vzdálenosti 800 metrů, což je vzdálenost, na kterou řidič může efektivně zareagovat i v případě překážky na vozovce. Pokud by byly všechny vozy v Evropě vybaveny adaptivními světlomety, dokázalo by se až 15 % řidičů, kteří měli nehodu, vyhnout střetu s překážkou v zatáčce. [6]

#### **4.6.9 Systém nočního vidění - Night Vision**

Night Vision je aktivní systém pro vidění v noci založený na principu infračerveného záření. Řidiči pomocí něj mohou lépe sledovat průběh silnice a zpozorovat ostatní účastníky silničního provozu, nebo možné překážky už přibližně na vzdálenost 150 metrů. Takto s dostatečným předstihem zpozorují kritické situace a mohou jim předejít, protože řidič může zareagovat dříve. [6]

## 5 Funkcionalita bezpečnostních prvků

Funkcionalitu neboli soubor funkcí bezpečnostních prvků legislativně předepisují úřady dané země nebo společenství, kde je vozidlo homologováno a ty se z větší části opírají o mezinárodní dohody a principy, aby byla zajištěna vzájemná kompatibilita vozidel v co největší míře. V současné době už každá automobilka má i svůj vlastní tým pro výzkum dopravních nehod a ochrany posádky, který sleduje a zkoumá problematiku pasivní i aktivní bezpečnosti v reálném silničním provozu a tím přispívá ke zvýšení kvality bezpečnostních prvků nad legislativní rámec. Základní a hlavní funkcí pasivní bezpečnosti je ochránit chodce a posádku před vznikem dopravní nehody a během ní. Například bezpečnostní funkcí sedačky pasažéra je jeho správná poloha pro dostatečný výhled z vozidla a pro správné opření temene hlavy. Nebo funkcionalitou předního zasklení týkající se pasivní bezpečnosti je zajištění dostatečného výhledu pro řidiče. To vše a mnoho jiné předepisuje Evropská hospodářská komise OSN v souboru technických norem EHK/SN platící pro naprostou většinu evropských států. Na některé z těchto předpisů přistoupily i velké neevropské státy jako například Japonsko. Dále existují směrnice Evropské unie (ES – European Society), které se spíše postupně převádějí na EHK. Ve Spojených státech je problematika řešena federálním zákonem FMVSS (Federal motor vehicle safety standard) a doplněna normami SAE (Society of Automotive Engineers).

Funkcionalita jednotlivých bezpečnostních prvků je ověřována hlavně v tzv. crash testech, které jsou prováděny nezávislým konsorciem Euro NCAP, jenž se zabývá jak testováním bezpečnosti automobilů pro osoby uvnitř, tak i v jeho okolí, také se zaměřuje i na jejich celkovou bezpečnost. Hodnocení vzniká po absolvování několika testů, kde je pokaždé zkoušena jiná část automobilu a jsou získány určité body. Poté je sečteno celkové skóre, které se skládá ze čtyř částí:

- ochrana dospělých
- ochrana dětí
- ochrana chodců
- bezpečnostní systémy

Před rokem 2009 jsme si mohli všimnout hodnocení každé části zvlášť. Dnes je tomu jinak a jsou spojeny do jednoho celkového skóre. Největší podíl na hodnocení zaujímá ochrana dospělých a to 50 % z celkového hodnocení, poté ochrana dětí 20 %, ochrana chodců 20 % a bezpečnostní systémy 10 %. Po sečtení bodů z tohoto hodnocení jsou uděleny hvězdičky podle procent z maximálního skóre. [12]



## 6 Dětské autosedačky

"V Evropě je pro všechny děti povinné používat jako preventivní opatření autosedačky, které vyhovují základním bezpečnostním požadavkům stanoveným v evropských předpisech EHK OSN č. 44 (Jednotná ustanovení pro schvalování zařízení pro dětské cestující v motorových vozidlech) nebo EHK OSN č. 129 (Jednotné podmínky pro schvalování zdokonalených dětských zádržných systémů používaných v motorových vozidlech). Druhý předpis se zkráceně nazývá i-Size (čímž se zdůrazňuje, že model je založen na velikosti, nikoliv na hmotnosti dítěte)." [21] Největší rozdíly mezi jednotlivými předpisy se nachází v tabulce.

V novém předpisu je psáno, že je povinné přepravovat děti ve věku do 15 měsíců v sedačce čelem proti směru jízdy. Hlavním jádrem tohoto opatření je nesprávné použití dětských zádržných systémů, přičemž se zjednodušuje i jejich klasifikace, která je založena na základě velikosti dítěte namísto hmotnosti. Další jeho výhodou je i to, že zajišťuje lepší ochranu při bočnímu nárazu. Hlavní body zlepšení pro dopravu dětí v automobilech jsou tyto [21]:

- Snižuje riziko nesprávné instalace.
- Vyžaduje dopravu dětí do stáří 15 měsíců čelem dozadu.
- Klasifikace je založena na základě výšky dítěte.
- Poskytuje ochranu dítěte proti bočnímu nárazu.
- Tyto nové sedačky jsou kompatibilní se všemi typy aut a hodí se do jakékoliv pozice sedadla.

Hlavní rozdíly mezi předpisy	
UN 44	R129 (i-Size)
Není zde ochrana proti bočnímu nárazu	Je zde ochrana proti bočnímu nárazu
Sedačka čelem dopředu je povolena od hmotnosti 9kg	Povinnost umístění sedačky čelem dozadu do 15 měsíců stáří dítěte
Klasifikace autosedaček je založena na hmotnosti dítěte	Klasifikace autosedaček se odvíjí od výšky dítěte
Upevnění sedačky za použití pásu a ISOFIXu	Upevnění sedačky pouze za použití ISOFIXu

Tabulka 1: Rozdíl mezi předpisem UN 44 a R129 (i-Size) [zdroj: 21]

Dětská autosedačka je jedinou účinnou ochranou dětí při autonehodě. Používání dětských sedaček je povinné (dané zákonem), tj. i ve městech (při nízkých rychlostech) a na krátkých

vzdálenostech. Dětská autosedačka, která je co nejpevněji připoutána k automobilu, znamená jedinou funkční ochranu cestujících dětí v případě nehody nebo náhlého zastavení vozidla. Při nehodách jsou děti vozidlem vymrštěny a dojde k silnému nárazu na sedačky, řadicí páku, přístrojovou desku nebo sklo. Síla takového nárazu je několikrát větší než tělesná hmotnost dětí a například při rychlosti 50 km/hod odpovídá pádu ze třetího patra. [7]

Autosedačka zabrání tomu, aby bylo dítě ze svého místa vymrštěno. Při nárazu ve vyšší rychlosti není možné dítě udržet na klíně, navíc váha dospělého může způsobit dítěti vážné poranění, resp. malé dítě i rozdrtit. Navíc, pokud by dítě bylo vymrštěno ven z automobilu, může způsobit i smrtelné zranění spolujezdcům na předních sedadlech. Jízda s dítětem na klíně dospělé osoby je tedy nebezpečná jak pro dítě samotné, tak pro dospělé spolujezdce. [7]

Přeprava dětí v autosedačkách platí pro ty, jejichž tělesná váha nepřevyšuje 36kg a výška nepřevyšuje 150 cm. Zákonem povolené výjimky jsou přeprava dětí bez využití dětských autosedaček ve vozidlech policie, hasičského záchranného sboru, zdravotnické záchranné služby, Horské služby nebo taxislužby.

Důležité je:

- výběr správného typu autosedačky
- správná instalace do automobilu
- správné poutání dítěte
- seřízení pásů
- seřízení hlavové opěrky

## 6.1 ISOFIX

V současných moderních automobilech nalezneme u výbavy také poznámku, že sedačky vozidla jsou vybaveny systémem ISOFIX, který umožňuje rychlou a správnou instalaci dětských sedaček. V některých případech může být totiž poněkud obtížné dětskou sedačku správně nainstalovat. Kotevní systém ISOFIX výrazně snižuje riziko nesprávné instalace dětské sedačky. Kotvy tohoto systému bývají u vozidel buď jako součást sériové výbavy nebo je lze většinou doobjednat. Dětskou sedačku pak podle umístění kotevního systému ISOFIX můžeme ve vozidle nainstalovat, buď na zadní sedadla, nebo na sedadlo spolujezdce. [6]

"Kompatibilita mezi zádržnými systémy dětí a vozidlem je podstatná pro bezpečnost. V tomto ohledu je systém ISOFIX, zavedený podle nové normy ISO (EHK OSN č. 129), velkým krokem vpřed. Normalizované univerzální upevnění autosedaček pro děti ve vozidlech bylo identifikováno jako optimální cesta řešení nesprávného používání. Stanovením

normalizovaných bodů upevnění jak pro dětskou sedačku, tak i pro vozidlo, se postup stává identický pro všechny dětské autosedačky. Norma ISO je nyní začleněna do předpisů EHK OSN platících závazně v Evropě a v USA a Kanadě. Všichni výrobci vozidel v těchto zemích vyvinuli protosystémy ukotvení ISOFIX podle specifikací normy." [21]

## **6.2 Protisměrné cestování**

Nejmenší děti musí používat sedačky umístěné proti směru jízdy, a to především kvůli ochraně krční páteře v případě čelního nárazu. Odborníci nyní stále více doporučují stejný systém používat i pro děti starší, a to až do čtyř let. Sedačky pro kojence a batolata by tak měly být vždy umístěny proti směru jízdy. Tato poloha je totiž mnohonásobně bezpečnější než klasická pozice po směru jízdy, kdy při nehodě dochází k výraznému zatížení ještě nevyvinuté krční páteře malých cestujících. [7]

Tento princip byl poprvé vyvinut ve Skandinávii, kde právě používání autosedaček umístěných proti směru jízdy (až do věku 5 let dítěte) pomohlo výrazně snížit úmrtnost dětí při dopravních nehodách. Průkopníky autosedaček proti směru jízdy jsou švédská automobilka VOLVO a norská společnost HTS Be Safe, které začaly tyto sedačky vyrábět již koncem 80. let a v posledních několika letech se jim podařilo přesvědčit i odborníky ze zbytku Evropy. V celé Evropské unii tak nyní dochází k postupnému zavádění povinného používání autosedaček umístěných proti směru jízdy nejen pro miminka, ale i batolata. [7]

## **6.3 Základní rozdělení autosedaček**

Podle určených hmotností dětí, se rozdělují dětské zádržné systémy do pěti základních skupin [21]:

- Skupina 0 – je určena pro děti do hmotnosti 10 kg, tj. do věku cca 1 roku
- Skupina 0+ - je určena pro děti do hmotnosti 13 kg
- Skupina I – pro děti o hmotnosti 9 – 18 kg, tedy zhruba pro děti do 4 let věku
- Skupina II – pro děti o hmotnosti 15 – 25 kg
- Skupina III – pro hmotnost dítěte 22 – 36 kg

### **6.3.1 Skupina 0 a 0+**

Pro děti do zhruba 10 až 13 kg používáme dětské autosedačky typu 0, resp. 0+ (viz Obrázek 12), které jsou určeny pro kojence, jež se musí přepravovat ve skořepinové sedačce,

což umožňuje transport v pololeže a v poloze proti směru jízdy. V případě kolize je dítě celým tělem v sedací skořepině přitlačeno a podepřeno. Při umístění po směru jízdy hrozí dítěti zlomení vazů a další zranění. Místo, na kterém je sedačka umístěna, nesmí být vybaveno airbagem, případně musí být airbag odpojen. [7] Tento typ sedaček vyrábí např. firma Cybex či Peg.



Obrázek 12: Autosedačka skupiny 0, 0+ [Zdroj: 7]

### 6.3.2 Skupina I

Skupina I je určena pro děti o hmotnosti od 9 do 18 kg, tedy zhruba pro děti do 4 let věku. Dítě se do dětské sedačky této skupiny připevňuje pomocí pásů (pás drží ramena dítěte dvěma kotevními body, boky dítěte dvěma kotevními body a rozkrok jedním kotevním bodem). Sedačka sama (viz Obrázek 13) je umístěna tak, aby dítě v ní sedělo čelem po směru jízdy, a je připevněna k sedadlu automobilu bezpečnostními pásy pro dospělé. Dětské sedačky této skupiny bývají často doplněny různými ochrannými nárazovými štíty, které mnohdy mohou plnit funkci stolečku. [6] Tento typ sedaček vyrábí např. firma Chicco či Römer.



Obrázek 13: Autosedačka skupiny I [Zdroj: 7]

### 6.3.3 Skupina II

Tato skupina je určena pro děti o hmotnosti 15 až 25 kg. Sedačky (viz Obrázek 14) této skupiny nemají většinou vlastní bezpečnostní popruhy, ale dítě je v sedačce drženo spolu se samotnou sedačkou bezpečnostním pásem pro dospělé. Sedačky této skupiny bývají často doplňovány různými ochrannými nárazovými štíty, které mohou plnit funkci stolečku. [6] Tento typ sedaček vyrábí např. firma Cybex, Concord či Chicco.



Obrázek 14: Autosedačka skupiny II [Zdroj: 7]

### 6.3.4 Skupina III

Skupina III je určena pro hmotnost dítěte od 22 do 36 kg. Dětskou sedačku tvoří často samotný sedák (viz Obrázek 15) bez opěradla, který dítě posune do takové výšky, jež umožňuje jeho připoutání bezpečnostním pásem pro dospělé. Konstrukce sedáku by měla zajistit, aby současně s dítětem byl na sedadlo automobilu připevněn sedák bezpečnostním pásem pro dospělé tak, aby sedák nemohl při nárazu zpod dítěte vypadnout působením setrvačné síly. [6] Tento typ sedaček vyrábí např. firma Cybex, Jané či Graco.



**Obrázek 15: Autosedačka skupiny III [Zdroj: 7]**

Mnoho typů dětských autosedaček je schváleno ve více třídách (např. 0-I nebo I-III) a tedy pro větší rozsah hmotnosti dítěte, někdy s nutnými malými úpravami (např. odmontování opěradla autosedačky). Každý zádržný systém musí být označen homologační značkou, z které je zřejmé, kdo systém vyrobil, v jakém provedení a pro jakou hmotnostní třídu je určen. [6]

#### **6.4 Proces testování dětských autosedaček**

Při testování dětských autosedaček je nutné se zaměřit v první řadě na bezpečnost, pak také na obsluhu i ergonomii, a také na výskyt nežádoucích látek. Jsou konány nárazové zkoušky, kde je měřen posun hlavy, působící síly a následně je vypočítáno riziko poranění hlavy. Mimo to se samozřejmě měří i síly působící na hrudník, krk a oblast břicha. Každá sedačka je poté testována individuálně i z hlediska toho, kolik možných variant převozu nabízí, kdy je zkoušena pozice po i proti směru jízdy a dále také různé polohy zádové opěrky či upevnění sedačky bezpečnostním pásem vozu a isofixem. [14]

Nejčastěji je simulována zkouška čelního nárazu, která vždy probíhá v určité rychlosti, tak i zkouška bočního nárazu. Do sedačky jsou dány figuríny, jež simulují pasažéry. Při tomto testu je zkoumána i stabilita sedačky. [14]

Co se týče obsluhy, jsou zde posuzovány návody z hlediska úplnosti jejich obsahu a srozumitelnosti, jelikož pokud je sedačka špatně nainstalována, je tím snížena bezpečnost a ochrana dítěte a naopak je zvýšeno nebezpečí úrazu. [14]

V neposlední řadě je testován komfort dítěte v sedačce a to především: pohodlnost posedu, velikost místa pro nohy, ruce a ramena (záda), vhodnost úhlů opěrek, opora nohou, výhled dítěte ze sedačky, odvětrávání či čalounění. Samozřejmě jsou důležité také samotné rozměry sedačky. [14]

Nežádoucí látky jsou zkoumány v těch částech autosedaček, jež mohou přijít do styku s dítětem a jsou zde testy na přítomnost toxických chemických látek: polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), organocínové sloučeniny, ftaláty, fenoly, zpomalovače hoření, těžké kovy

či formaldehyd. Limity, které jsou tolerovány, nalezneme v různých směrnících či dokumentech. [14]

#### 6.4.1 Doporučení pro výběr sedačky

Výběr dětské autosedačky je velice důležitý a zodpovědný úkol hlavně v první kategorii, tedy pro děti o váze 0-13kg (srovnání viz tabulka 2). Je důležité se zaměřit na různé aspekty výrobku, nejen na jeho cenu. Problémem je to, že rodič laik, jenž nesleduje nové trendy v oblasti dětských autosedaček, může mít problém se v nabídce autosedaček zorientovat a rozlišit, jaké informace jsou věrohodné a jaké jsou jen marketingovým sdělením výrobců. Také i z tohoto důvodu si můžeme všimnout několika nezávislých testů a toto téma. [13]

Kromě funkcí sedačky je důležité se zaměřit také na materiál, z jakého je vyrobena a na jeho prodyšnost a odolnost. [13]

Podle testů autosedaček firmou ADAC z roku 2016, kde byly tyto výrobky hodnoceny nezávislými odborníky, bylo zjištěno, že se na trhu vyskytují, jak velice kvalitní autosedačky, tak i ty, které jsou spíše životu nebezpečné, než aby plnily svou základní ochrannou funkci. Nejvíce problémových výrobků nalezneme v kategorii pro nejmladší děti a to 0+, kde podle testu dokonce tři z pěti testovaných výrobků neuspěly, což bude nejspíše způsobeno tím, že tyto sedačky jsou z konstrukčního hlediska nejtěžší pro navržení. Jiná je situace u třídy II/III, kde jsou dobře hodnoceny všechny uvedené výrobky. [13]

#### 6.4.2 Srovnání jednotlivých dětských autosedaček

Skupina	Hmotnost dítěte	Specifika autosedačky
0,0+	hmotnost menší než 10 kg, hmotnost menší než 13 kg	Nutnost skořepinové sedačky, která je umístěna proti směru jízdy.
I	9-18 kg	Dítě je v sedačce připevněno pomocí pětibodových bezpečnostních pásů a sedačka je již umístěna po směru jízdy.
II	15-25 kg	Dítě je v sedačce drženo spolu se samotnou sedačkou bezpečnostním pásem pro dospělé.
III	22-36 kg	Sedačka je již v podobě sedáku, bez opěradla, který dítě posune do takové výšky, jež umožňuje jeho připoutání bezpečnostním pásem pro dospělé.

Tabulka 2: Srovnání dětských autosedaček [Zdroj: 21]

## 7 Závěr a diskuze

Cílem této bakalářské práce bylo podat ucelený přehled o prvcích pasivní a aktivní bezpečnosti automobilu, která je velmi důležitá a je jí proto potřeba věnovat stále větší pozornost.

Automobilky po celém světě se snaží vyvíjet stále dokonalejší prvky aktivní a pasivní bezpečnosti, aby co nejvíce vyhověli stále se zvyšujícím požadavkům zákazníků a aby bylo vyhověno těmto požadavkům, je nutné se zaměřit právě na vývoj bezpečnosti vozidel.

Pasivní bezpečnost automobilu je jedním z nejdůležitějších kritérií při konstrukci osobního automobilu. Automobilky investují nemalé finanční prostředky k neustálému zlepšování jednotlivých konstrukčních prvků zvyšující pasivní bezpečnost. Velkou roli však hraje i lidský faktor. Pokud například nebudou pasažéři ve vozidle vybaveném osmi airbagy připoutáni bezpečnostními pásy, jsou tyto bezpečnostní prvky při dopravní nehodě prakticky zbytečné a ba naopak se stávají nebezpečnými pro pasažéry vozu, kteří nerespektují zákonné povinnosti při jízdě vozidlem.

Velkou roli hrála při vývoji aktivní bezpečnosti elektronika, která prodělala v posledních letech opravdu velký rozvoj. Elektronika se podílí na ovládání a regulaci všech prvků aktivní bezpečnosti. Jedná se o softwarovou a hardwarovou podporu těchto prvků.

Další vývoj zaznamenaly systémy řízení podvozku jako ABS, ESP a ASR a další, které značně přispěly k tomu, že cestování automobilem je dnes bezpečnější než kdy předtím, a to bez ohledu na stále se zvyšující výkony vozidel.

V dnešní době je důležité chránit nejen dospělé pasažéry, ale zejména i děti a proto je v předkládané bakalářské práci uvedena kapitola, která se zaměřuje výhradně na dětské sedačky. Na trhu sice lze vidět širokou nabídku mnoha takovýchto výrobků, ale ne všechny jsou opravdu kvalitní. Bohužel laik nemůže nikdy odhadnout, co je lživá reklama a co pravda, proto je důležitá existence nezávislých testů autosedaček. Tato bakalářská práce se snažila poskytnout přehled o dětských autosedačkách a představit nejdůležitější znaky, kterým by měl kupující věnovat svoji pozornost. V tomto duchu by měla být široká veřejnost informována s cílem zlepšit celkově bezpečnost při cestování automobily.



## 8 Seznam použité literatury

1. VLK, František, Stavba motorových vozidel, 1. vydání Brno 2003, 499 s., ISBN 80-238-8757-2.
2. VLK, František, Karoserie motorových vozidel, 1. vydání Brno 2000, 243 s., ISBN 80-238-5277-9.
3. VLK, František, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy, 1. vydání Brno 2006, 308 s., ISBN 80-239-7062-3.
4. KOVANDA, Jan, Konstrukce automobilů, Pasivní bezpečnost, Vydavatelství ČVUT 1996, 50 s., ISBN 80-01-01459-2.
5. Bezpečnost automobilu [online]. Bezpečné cesty, [1.12.2016]. Dostupné z: <http://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/>
6. Moderní technologie vozidel [online]. IBESIP, [1.12.2016]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel>
7. Jak vybrat správnou autosedačku [online]. Baby web, [1.12.2016]. Dostupné z: <http://www.babyweb.cz/jak-vybrat-spravnou-autosedacku>
8. Jak fungují airbagy [online]. Airbag-servis,[1.12.2016]. Dostupné z: <http://www.airbag-servis.cz/jak-funguji-airbagy.php>
9. CA systémy a bezpečné sezení v automobilu [online]. CAD, [1.12.2016]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/2615-ca-systemy-a-bezpecne-sezeni-v-automobilu.html>
10. Airbag [online]. Novinky, [1.12.2016]. Dostupné z: <https://tema.novinky.cz/airbag>
11. ABS [online]. Novinky, [1.12.2016]. Dostupné z: <https://tema.novinky.cz/abs>
12. Assessment Protocol [online]. Euro NCAP, [1.12.2016]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/files/Euro-NCAP-AssessmentProtocol---Overall-Rating---v5.0---0-c19221a7-e500-447b-8691-3fb3b400671f.pdf>
13. Výsledky testu dětských autosedaček - ADAC 2015 [online]. Autem bezpečně, [1.12.2016]. Dostupné z: <http://www.autembezpecne.cz/cz/s40/Testy/c1469-Testy-detskych-autosedacek/n3234-Test-detskych-autosedacek-2015-ADAC-ctyri-z-23-testovanych-propadly>
14. Jak testujeme [online]. DTest, [1.12.2016]. Dostupné z: [https://www.dtest.cz/clanek-5100/test-detskych-autosedacek-2016?gclid=CjwKEAiAp97CBRDr2Oyl-faxqRMSJABx4kh9\\_ipu5RwKylvT0scJk0JKYxg0R0TqSswEIUfgamCksxoCOwjw\\_wcB](https://www.dtest.cz/clanek-5100/test-detskych-autosedacek-2016?gclid=CjwKEAiAp97CBRDr2Oyl-faxqRMSJABx4kh9_ipu5RwKylvT0scJk0JKYxg0R0TqSswEIUfgamCksxoCOwjw_wcB)

15. MÁČALA, S. Historický vývoj a moderní trendy bezpečnostních prvků osobních automobilů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 46 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marián Laurinec.
16. Automotive lighting [online]. Wikipedia, [8.1.2017]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/Center\\_highmounted\\_stop\\_lamp#Centre\\_High\\_Mount\\_Stop\\_Lamp\\_.28CHMSL.29](http://en.wikipedia.org/wiki/Center_highmounted_stop_lamp#Centre_High_Mount_Stop_Lamp_.28CHMSL.29)
17. Euro NCAP [online]. Wikipedia, [8.1.2017]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Euro\\_NCAP#History\\_and\\_activities](https://en.wikipedia.org/wiki/Euro_NCAP#History_and_activities)
18. HANUŠ, P. Hodnocení pasivní bezpečnosti osobních automobilů. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta, 2009. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Čupera, Ph. D.
19. Škoda Auto a.s. Bezpečnostní prvky Škoda Yeti. Prospekt k vozu Škoda Yeti. 2009, 1, s. 55-61.
20. Přehled vozů škoda [online]. Vitvar, [8.1.2017]. Dostupné z: <http://www.vitvar.webzdarma.cz/dejiny.htm>
21. DUPAL, L.: PRO BEZPEČNOST DĚTÍ V AUTOMOBILECH: ZÁDRŽNÉ SYSTÉMY [online]. Konzument, [8.1.2017]. Dostupné z: <http://www.konzument.cz/users/publications/10-top-normy/202-pro-bezpecnost-deti-v-automobilech-zadrzne-systemy.pdf>

## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Vynálezce bezpečnostního pásu Nils Bohlin [Zdroj: 9] .....	6
Obrázek 2: Druhy bezpečnostních pásů: a-dvoubodový (břišní), b-dvoubodový (diagonální), c-třibodový, d-čtyřbodový (šle), e-ramenní a kolenní, f-diagonální s kolenní opěrkou [Zdroj: 1] .....	10
Obrázek 3: Kinematika řidiče při čelním nárazu bez použití airbagu [Zdroj: 1] .....	11
Obrázek 4: Kinematika řidiče při čelním nárazu při použití airbagu [Zdroj: 1].....	12
Obrázek 5: Rozmístění airbagů: 1-kontrolka systému airbagů, 2-modul čelního airbagu spolujezdce, 3-modul bočního airbagu na straně řidiče, 4-modul čelního airbagu pro řidiče, 5-řídící jednotka systému airbagů, 6-diagnostická přípojka, 7-snímač bočního nárazu pro boční airbag [Zdroj: 1].....	13
Obrázek 6: Nosná konstrukce surové karoserie: 1-příčnick pod předním oknem, 2-střešní rám vpředu, 3-střešní rám bočně, 4-střešní rám vzadu, 5-C-sloupek, 6-středový příčnick v zádi, 7-zadní podlaha a prohlubeň pro náhradní kolo, 8-podélník vzadu, 9-B-sloupek, 10-příčnick pod zadním sedadlem, 11-A-sloupek, 12-příčnick pod sedadlem spolujezdce, 13-podélník bočně, 14-podběh kola, 15-příčnick motoru, 16-podélník vpředu, 17-příčnick vpředu, 18-příčnick chladiče [Zdroj: 1] .....	16
Obrázek 7: Průběh nehody chodce [Zdroj: 1] .....	18
Obrázek 8: Faktory ovlivňující bezpečnost posádky [Zdroj: 1] .....	19
Obrázek 9 Faktory ovlivňující bezpečnost chodců [Zdroj: 1].....	19
Obrázek 10: Brzdění s ABS [Zdroj: 3].....	21
Obrázek 11: Brzdění bez ABS [Zdroj: 3].....	21
Obrázek 12: Autosedačka skupiny 0, 0+ [Zdroj: 7] .....	31
Obrázek 13: Autosedačka skupiny I [Zdroj: 7] .....	32
Obrázek 14: Autosedačka skupiny II [Zdroj: 7].....	32
Obrázek 15: Autosedačka skupiny III [Zdroj: 7] .....	33

## 10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdíl mezi předpisem UN 44 a R129 (i-Size) [zdroj: 21].....	28
Tabulka 2: Srovnání dětských autosedaček.....	34