

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Vliv prvků pasivní bezpečnosti na ochranu  
posádky na zadních sedadlech**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jan Kovanda, CSc.

Vypracoval: Bc. Hůlka Václav

Praha 2016

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Václav Hůlka

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Vliv prvků pasivní bezpečnosti na ochranu posádky na zadních sedadlech.**

Název anglicky

**Influence of passive safety features of the rear-seats passengers**

---

### Cíle práce

Shrnout prvky pasivní bezpečnosti, které zasahují do oblasti zadního prostoru pro posádku, sestavit přehled norem které s touto problematikou souvisí. Vypracovat statistiky (přehled nehodovosti, druhy poranění, následky dopravních nehod,...) a vytvořit v simulační model dopravní nehody. Porovnat dopravní nehody pro různé typy zádržných systémů, případně při jejich nevyužití (připoutané a nepřipoutané osoby na zadních sedačkách).

### Metodika

1. Vycházejte z ověřených a kvalitních zdrojů informací.
2. Spolupracujte s významným výrobcem vozidel nebo OEM.
3. Využívejte simulační a experimentální techniky.

## **Doporučený rozsah práce**

60 – 80 stran

## **Klíčová slova**

bezpečnost, posádka, vozidlo, dopravní nehoda

---

## **Doporučené zdroje informací**

Bosch: Driving safety systems. Robert Bosch GmbH, Stuttgart, 1999

CINDR, M. – KADLEČEK, B. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. TECHNICKÁ FAKULTA. *Proaktivní bezpečnost silničního provozu [rukopis] = Proactive safety of traffic operations*. Disertační práce. Praha: 2013.

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

Kovanda, Šatochin: *Pasivní bezpečnost vozidel*. Skriptum ČVUT v Praze, 2000

---

## **Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – TF

## **Vedoucí práce**

prof. Ing. Jan Kovanda, CSc.

## **Garantující pracoviště**

Katedra vozidel a pozemní dopravy

---

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2015

**doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2015

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan

V Praze dne 01. 04. 2016

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval všem, kteří mi pomohli při zpracování diplomové práce a to především prof. Ing. Janu Kovandovi, CSc. vedoucímu mé práce za metodické vedení, rady a připomínky Ing. Petru Krausovi za možnost spolupráce s oddělením EKS a Ing. Janu Domkařovi za odborné konzultace a poskytnuté materiály v průběhu vypracování diplomové práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za podporu při studiu.

**Abstrakt:** Nárůstem počtu vozidel pohybujících se po pozemních komunikacích narůstá i počet dopravních nehod. Důsledkem této skutečnosti je, že jsou výrobci automobilů stále více nuceni věnovat pozornost bezpečnosti. V současnosti však nevěnují pozornost především předním sedadlům, ale začali se výrazněji soustředit i na prostor zadních sedadel. Předmětem této práce bylo vytvořit přehled prvků pasivní bezpečnosti a přehled předpisů spojených s oblastí zadních sedadel. Praktická část byla věnována vytvoření souvisejících statistik a měření biomechanických kritérií dětských figurín při nárazových zkouškách za různých konfigurací prvků pasivní bezpečnosti s cílem objasnit jejich vliv na ochranu posádky při nárazu.

**Klíčová slova:** bezpečnost, posádka, vozidlo, dopravní nehoda

### **Influence of passive safety features of the rear-seats passengers**

**Abstrakt:** The number of traffic accidents is still increasing also due to the increasing number of cars moving on roads. As a result, car manufacturers are made to pay attention to safety more and more. Nowadays they do not deal only with the front seats area but they began focusin on the back seat area, too. The aim of this work was to create a summary of elements of the passive safety and of regulations connected with the back seat area. Practical part is dedicated to statistics and testing of biomechanical criteria of child dummies during crash tests using various elements of the passive safety. The aim was to clarify their influence on protection of occupants in a car during the crash.

**Key words:** safety, occupants in a car, car, a car accident

## Obsah:

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce.....	2
3. Historický vývoj bezpečnosti osobních automobilů .....	3
4. Bezpečnost vozidel .....	5
4.1 Aktivní bezpečnost .....	6
4.2. Pasivní bezpečnost .....	7
4.3. Integrovaná bezpečnost .....	8
5. Legislativa .....	9
6. Karoserie.....	12
6.1. Konstrukce karoserie .....	13
6.2. Deformační zóny .....	14
7. Zadržné systémy.....	15
7.1. Bezpečnostní pásy .....	15
7.1.1. Mechanismy zvyšující účinnost bezpečnostních pásů .....	17
7.2. Dětské autosedačky .....	21
7.2.1. Dle hmotnosti přepravovaného dítěte.....	21
7.2.2. Dle mechanismu uchycení .....	22
7.2.3. i-Size .....	25
7.2.4. Integrovaný podsedák.....	26
7.3. Airbagy .....	27
7.3.1. Boční airbag .....	27
7.3.2. Hlavový airbag .....	28
7.3.3. Airbagy v bezpečnostním páse .....	28
7.3.4. Hlavový airbag pro cestující vzadu při nárazu zezadu .....	29
7.3.5. Mezipasažerový airbag .....	30
7.3.6. Čelní airbag.....	30
8. Bezpečnostní prvky vnitřního prostoru karoserie .....	31
8.1. Sedadla .....	31

8.2. Opěrky hlavy.....	32
8.3. Zasklení karoserie .....	32
8.4. Opatření proti vznícení karoserie.....	33
9. Dětské figuríny .....	33
9.1. Dětská figurína Q6.....	35
9.2. Dětská figurína Q10.....	38
10. Euro NCAP .....	41
10.1. Bezpečnost dětských cestujících.....	41
11. Statistiky .....	43
12. Metodika .....	48
13. Hodnocení biomechanických kritérií.....	54
14. Zhodnocení výsledků zkoušek.....	65
15. Závěr.....	66
Seznam obrázků .....	70
Seznam tabulek .....	71
Seznam grafů.....	71

## Seznam použitých zkratk:

Euro NCAP	European New Car Assessment Programme
EU	Evropská unie
OSN	Organizace spojených národů
EHK	Evropská hospodářská komise
EHS	Evropské hospodářské společenství
USA	Spojené státy americké
FMVSS	Federal motor vehicle safety standards
ČR	Česká republika
ABS	Anti-lock breaking systém
ESP	Elektronic stability programme
EBV	Elektronische bremsverteilssystem
ACC	Adaptive cruise control
g	gravitační zrychlení ( $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ )
a	zrychlení
ms	milisekunda
s	sekunda
mm	milimetr
cm	centimetr
m	metr
kN	kilonewton
kg	kilogram
kPa	kilopascal
ECR	Economic commission for Europe
CDWG	Child dummy working group
CRS	Child restraint systems
OEM	Original equipment manufacturer
TNO	Netherlands organisation for applied scientific research
CRES	Child restraint standards
CHILD	Child injury led design
EPOCh	Enabling Protection of Older Children
EUR	Euro
AIS	Abbreviated Injury Scale
HIC	Head Injury Criterion
NIC	Neck Injury Criterion
ThCC	Thorax compression criterion
THPC	Thorax performance criterion
E±	Matematický formát – exponenciální vyjádření čísel



# 1. Úvod

Z počátku sloužila vozidla pouze pro usnadnění přemísťování osob nebo nákladu a na jejich bezpečnost se nebral ohled. Postupem času se začala vozidla vybavovat komfortními prvky a začínalo se přemýšlet nad bezpečností. Vozidla vyráběná v současné době musí být konstruována tak, aby splnila řadu předpisů a směrnic vztahujících se k jejich bezpečnosti. Vozidla jsou dnes již běžně vybavena velkým množstvím bezpečnostních prvků, které můžeme rozdělit na aktivní, integrované a pasivní, kdy aktivní bezpečnostní prvky začínají působit již před vznikem nehody, integrované v případě pokud nelze nehodě bezprostředně zabránit a pasivní bezpečnostní prvky působí po jejím vzniku.

Funkce prvků pasivní bezpečnosti se prověřuje nárazovými zkouškami tzv. crashtesty. Tyto zkoušky realizují buď samotní výrobci nebo nezávislé mezinárodní organizace jako je např. Euro NCAP. Při zkouškách se sleduje zpomalení působící na posádku při nárazu vozidla, stabilita karoserie, velikost sil atd. Výsledky těchto zkoušek mohou ovlivnit prodejnost vozidel. A tyto výsledky jsou také jedním z důvodů, proč výrobci vozidel neustále propracovávají a zdokonalují bezpečnost svých vozidel.

Diplomová práce je věnována problematice pasivní bezpečnosti na zadních sedadlech a jejímu vlivu na ochranu posádky. Z důvodu častého spojování tohoto prostoru s přepravou dětí a poměrně aktuální změny zkušebního protokolu konsorcia Euro NCAP vztahující se k ochraně dětí jsem se rozhodl zejména svou praktickou část směřovat tímto směrem.

Úvodní část mé práce je věnována popsání historického vývoje bezpečnosti vozidel a rozdělení bezpečnostních prvků do kategorie aktivní bezpečnosti, pasivní bezpečnosti a v posledních letech často probírané integrální bezpečnosti. Na tuto část navazuje přehled předpisů související s oblastí zadních sedadel. V následujících kapitolách se pak věnuji popisu jednotlivých prvků pasivní bezpečnosti, které jsou spojeny s prostorem zadních sedadel. V závěru této části přibližuji dětské figuríny, které jsou na zadních sedadlech nejčastěji testovány. Jejich vývoj, hodnocení při zkouškách a samotnou konstrukci.

První polovinu praktické části jsem věnoval zpracování statistik souvisejících s prostorem zadních sedadel. Samotné měření bylo následně realizováno pomocí dětských figurín, na kterých byla měřena biomechanická kritéria při nárazových zkouškách za odlišných konfigurací prvků pasivní bezpečnosti. V závěru byly tyto hodnoty navzájem porovnány a na tomto základě bylo určeno, jak jednotlivé prvky ovlivňují posádku při dopravní nehodě.

## **2. Cíl práce**

Cílem mé práce bylo vytvořit souhrn prvků pasivní bezpečnosti, které zasahují do oblasti zadního prostoru pro posádku a přehled norem související s touto problematikou.

Náplní praktické části bylo vypracování statistik (přehled nehodovosti, druhy poranění, následky dopravních nehod,...) a na základě simulací dopravní nehody provést porovnání vlivu některých prvků pasivní bezpečnosti na ochranu posádky sedící na zadních sedadlech.

### 3. Historický vývoj bezpečnosti osobních automobilů

Historie bezpečnostních prvků osobních automobilů sahá již do druhé poloviny 20. století. V této době se na oblast bezpečnosti nekladl zdaleka takový důraz jako dnes. Automobily vyrobené před touto dobou nebyly vybaveny žádnými bezpečnostními prvky a vývoj v této oblasti byl velice pomalý. Vozidla se nepohybovala ve vysokých rychlostech a hustota provozu nebyla zdaleka taková jako dnes. Na druhou stranu cestující v automobilu umírali často i za takovýchto podmínek, protože karoserie a interiér těchto vozidel nebyly schopny redukovat následky dopravní nehody a eliminovat poranění posádky.

Zlom v oblasti bezpečnosti automobilu přišel roku 1950, kdy inženýr Bela Barenji přišel s myšlenkou vytvoření deformačních zón. Ty měly za úkol svou deformací ochránit prostor pro posádku. Tato technologie byla poprvé použita roku 1959 u Mercedesu-Benz 220.

Za jednoho z průkopníků ve sféře bezpečnosti automobilu lze považovat švédskou automobilku Volvo, která v roce 1959 představila třibodový bezpečnostní pás, který byl dodáván jako standardní výbava automobilů. O rok později přišla tato automobilka s další bezpečnostní novinkou a to čalouněnou přístrojovou deskou, která měla zmírnit poranění při čelním nárazu. Za další důležitý bezpečnostní prvek považujeme airbag, který se v 70. letech v USA začal do automobilů dodávat na přání. V 80. letech přišla společnost Mercedes-Benz s novinkou, kdy se při nárazu detekovalo pomocí senzorů předepjetí bezpečnostních pásů a spustil se airbag, který přestal být náhradou pásů, nýbrž se stal jejich doplňkem. Od 80. let byly postupně ve všech zemích přijímány zákony, které stanovovaly povinnost připoutat se na předních sedadlech, popřípadě i na zadních, pokud zde pásy byly umístěny. V roce 1986 Volvo představilo další novinku v rámci bezpečnosti automobilového provozu zavedením třetího brzdového světla. V roce 1991 zavádí společnost Volvo u některých svých modelů systém ochrany bočního nárazu, který pohlcuje energii při nárazu na stranu vozidla. O dva roky později vylepšuje tento systém přidáním bočních airbagů a do konce 90. let byla některá vozidla dovybavována i hlavovými airbagy. Začátkem 21. století jsou u některých modelů automobilů zaváděny systémy pro noční vidění Night Vision a couvací kamery. V roce 2007 přichází společnost Volvo se systémem, který upozorňuje řidiče na okolní vozidla jedoucí v úhlu, kam řidič nevidí. Dva roky poté představuje nouzový brzdový asistent. Celkový vývoj aktivních a pasivních bezpečnostních systémů je přiblížen na obr. 1.[1,2]

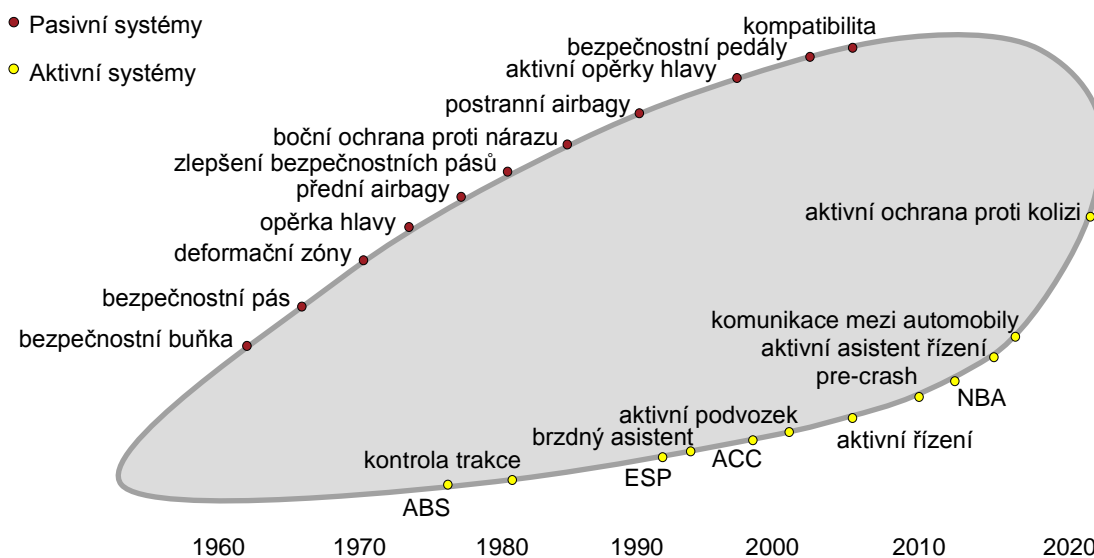
Za velký významný krok ve vývoji bezpečnosti je považován vznik nezávislého konsorcia Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) roku 1997, které provádí nárazové zkoušky automobilů (tzv. crash testy) v Evropě. Testované vozy jsou hodnoceny hvězdičkami v závislosti na úrovni jejich bezpečnosti. Původem

pochází z Velké Británie. Dnes je podporováno Evropskou komisí, vládami Francie, Německa, Švédska, Nizozemí, katalánské části Španělska a také motoristickými a spotřebitelskými organizacemi všech zemí EU.

Při výrobě automobilů prošla bezpečnost velkým vývojem, kterým neustále prochází. Jedná se o mnoho prvků navzájem propojených, které na sebe navazují. Jednou z nejdůležitějších bezpečnostní částí v dnešní době tvoří samotná konstrukce karosérie, která prošla díky vývoji a výzkumu zejména v oblasti materiálu kompletní obměnou. Významným směrem dnešní doby je velký rozvoj tzv. jízdních asistentů, které predikují vznik nehody a v případě, kdy řidič adekvátně nereaguje, zasahují do řízení sami.

Při návrhu automobilu musíme uvažovat o pasivní bezpečnosti integrální části koncepčního rozhodnutí i o řešení jednotlivých částí vozidla. Proto je důležité znát mechanismy poranění posádky ve vozidle i mechanismy poranění ostatních účastníků kolize např. chodců, deformační charakteristiky vozidla, pevnostní a absorpční charakteristiky vybraných částí vozidla atd. Uvedení nových vozidel do provozu je podmíněno splněním mezinárodně platných předpisů. V našem případě se jedná především o předpisy pro konstrukci vozidel Evropského hospodářského společenství OSN, jejíž značnou část pokrývá problematika pasivní bezpečnosti.

Obr. 1 - Vývoj aktivních a pasivních bezpečnostních systémů

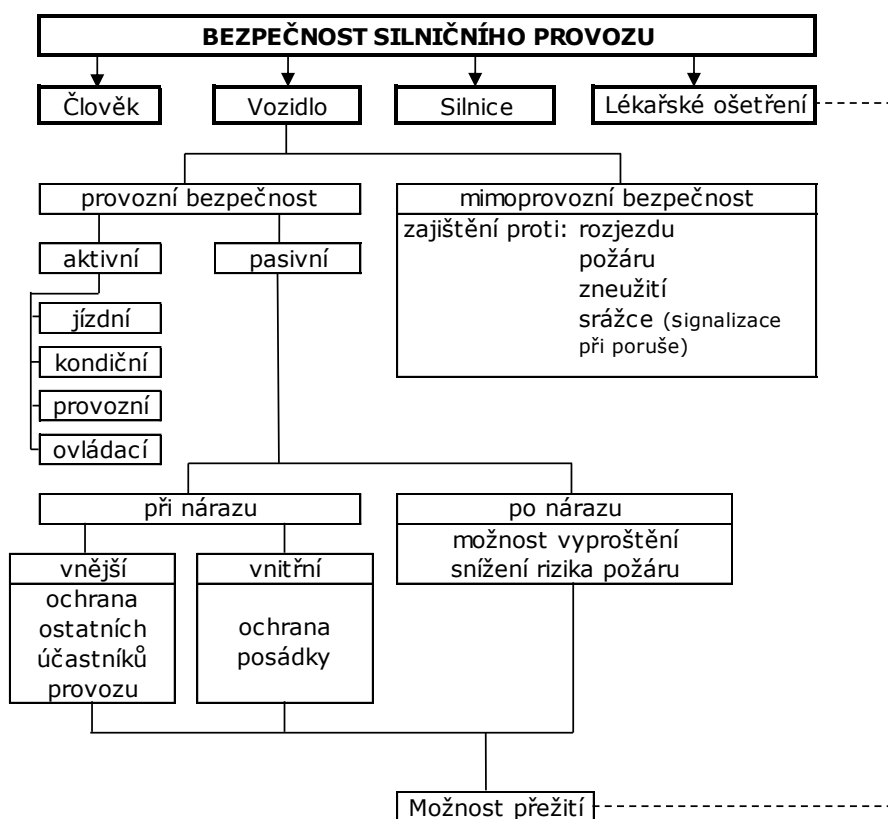


Zdroj: Škoda Auto

## 4. Bezpečnost vozidel

Automobil je vybaven různými bezpečnostními prvky, kterými se snaží předcházet dopravním nehodám a které mohou v případě nehody zachránit i lidské životy. Bezpečnost vozidla není spojena pouze s konstrukcí a vybavením samotného vozidla, nýbrž úzce souvisí se schopnostmi řidiče a faktory v jeho okolí. Samotná bezpečnost vozidla je jen jedním článkem celého řetězce, jak lze vidět na obr. 2.

Obr. 2 - Bezpečnost silničního provozu



Zdroj: [3]

Vozidlo musí ještě před vpuštěním do silničního provozu projít řadou zkoušek (homologací) tj. ověřením vlastností z hlediska přípustnosti jeho použití. Proces homologace se řídí homologačními předpisy dle Evropské hospodářské komise (EHK) Organizace spojených národů (OSN), směrnice Evropského hospodářského společenství (EHS) a samozřejmě předpisy jednotlivých států. Homologací prochází vozidlo jako celek, ale kontrolují se i homologace jednotlivých částí (např. světlomety, pneumatiky, bezpečnostní pásy atd.). Splní-li vozidlo podmínky určené homologačními předpisy, je označeno tzv. homologační značkou umístěnou na homologačním štítku. Pokud tyto podmínky nesplní, nesmí být toto vozidlo používáno v silničním provozu. V ČR je tato problematika upravena mj. vyhláškou č. 341/2002

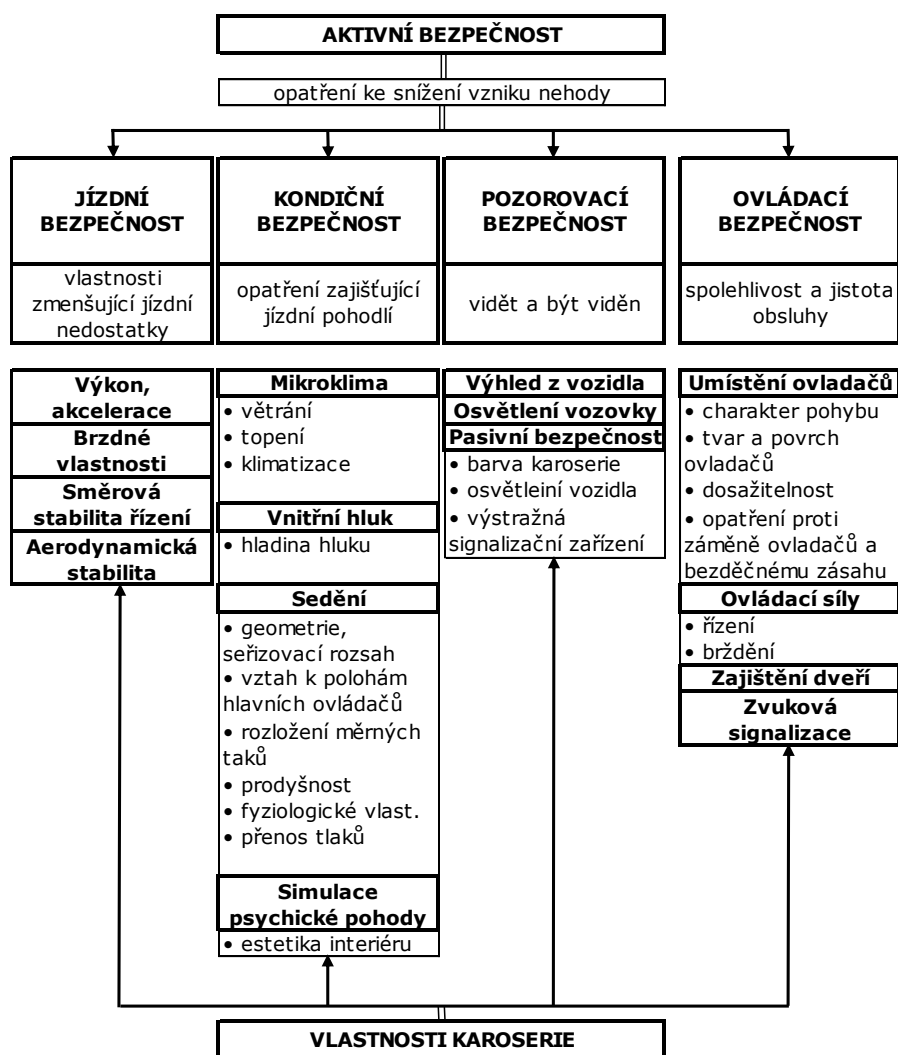
Sb. v platném znění, které vychází z mezinárodních homologačních předpisů EHK OSN a EHS. [6]

Provozní bezpečnost vozidla můžeme dále dělit na aktivní a pasivní bezpečnost.

## 4.1. Aktivní bezpečnost

Prvky výbavy, které řadíme do aktivní bezpečnosti, jsou technické zařízení, systémy a vlastnosti vozidla, které pomáhají předejít a zabránit dopravní nehodě. Jedním z hlavních prvků aktivní bezpečnosti jsou účinné brzdy umožňující zpomalit nebo zastavit vozidlo, kvalitní tlumiče zajišťující dostatečný kontakt s vozovkou, dobré pneumatiky, přesné řízení a v neposlední řadě dobrý výhled z vozidla a jeho osvětlení. V dnešní době mezi tyto prvky patří i elektronické systémy jako např. ABS, ESP, ASR, EBA a další. Rozdělení prvků aktivní bezpečnosti je vidět na obr. 3

Obr. 3 - Přehled prvků aktivní bezpečnosti

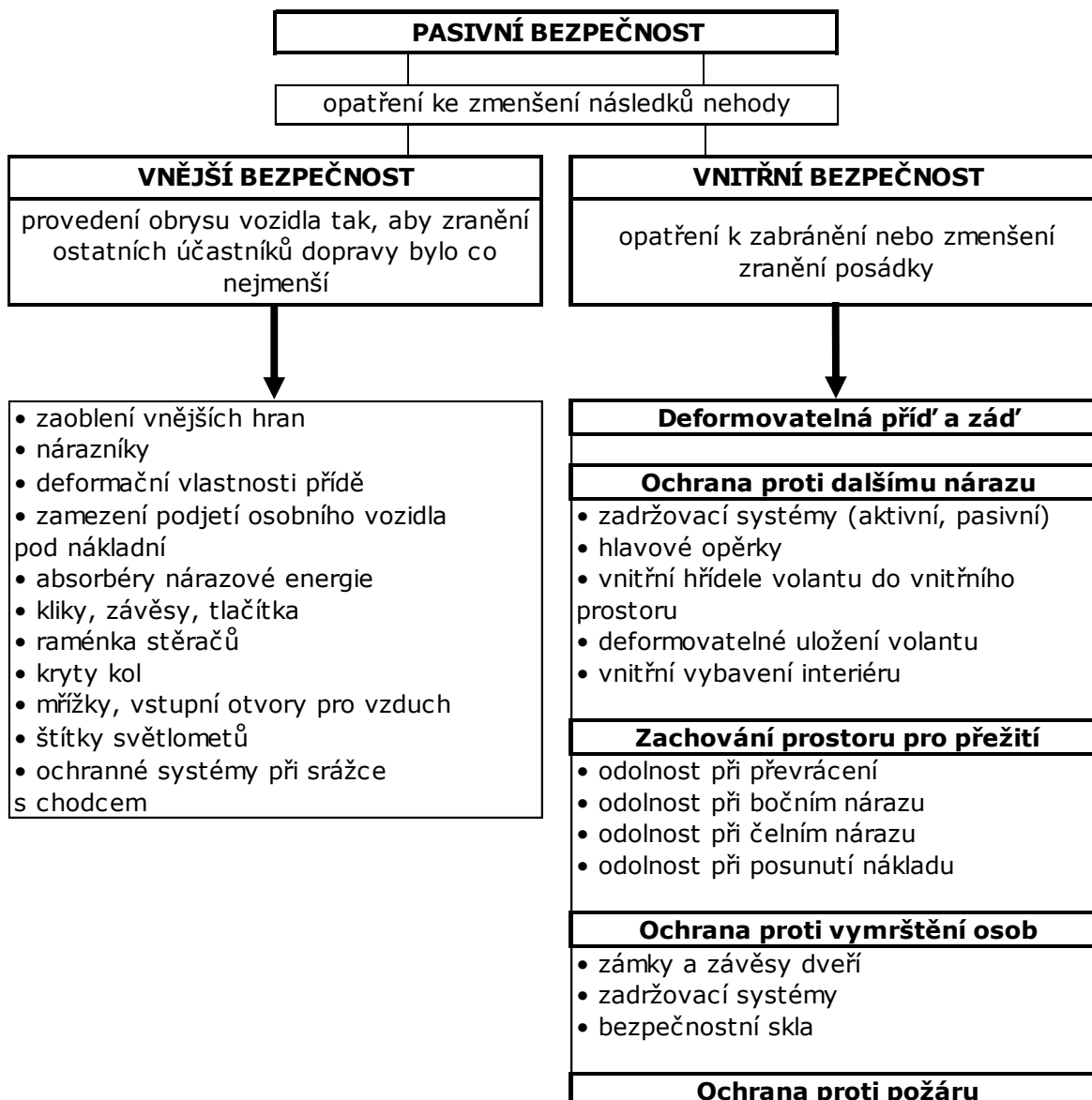


Zdroj: [3]

## 4.2. Pasivní bezpečnost

Prvky, které řadíme do skupiny pasivní bezpečnosti, neovlivňují funkci a ovládání vozidla při provozu. Jejich úkolem je ochrana posádky a ostatních účastníků při nehodě. Pasivní bezpečnost můžeme rozdělit do dvou skupin a to na vnitřní pasivní bezpečnost a vnější pasivní bezpečnost viz obr. 4.

Obr. 4 - Rozdělení pasivní bezpečnosti



Zdroj: [3]

### **Pasivní bezpečnost vnitřní**

Vnitřní bezpečnost má za cíl zabránit nebo co nejvíce minimalizovat zranění posádky. Hrají zde roli dvě kritéria: velikost prostoru pro přežití a přetížení lidského organismu (v závislosti na době trvání). Velikost prostoru pro přežití znamená, že

cestujícím musí zůstat po nehodě dostatečně velký prostor, do kterého se vejde celé tělo bez nebezpečí újmy na zdraví. Nebude-li tato podmínka splněna, je velmi malá naděje na přežití, i kdyby se hodnoty přetížení pohybovaly v přijatelných mezích biomechanických měřítek. Na druhou stranu najede-li vozidlo na pevnou barieru, nepřipoutaný cestující se pohybuje od začátku srážky nezmenšenou rychlostí směrem dopředu a dopadá na části interiéru vozidla ležící před ním. Deformace karoserie vozidla není v tomto případě cestujícím využita, jelikož má vnitřek vozidla jen velmi malou deformační dráhu. Cestující je tak vystaven velmi vysokým zatížením, která mohou vést ke zraněním neslučitelných se životem. Proto pro zajištění ochrany cestujících při nehodě nelze dosáhnout jen bezpečnou strukturou karoserie a bezpečnostním vybavením. K dodržení biomechanickým limitům je nutno použít zadržné systémy. Tyto systémy rozdělujeme na aktivní, které musí cestující sám obsluhovat např. bezpečnostní pásy a pasivní, které jsou připraveny k funkci bez obsluhy cestujících např. airbagy.

### ***Pasivní bezpečnost vnější***

Vnější bezpečnost se soustředí na ochranu ostatních účastníků provozu, kde se testuje především srážka s chodci, ale mohou zde hrát svou roli i cyklisté. Důležitým aspektem této skupiny je kompatibilita tzn. vlastnosti nejen vlastního vozidla, ale i vozidla druhého účastníka nehody. Kompatibilita se řeší především v souvislosti s vozidly kategorie Off-road a SUV, které jsou výrazně větší a těžší.

## **4.3. Integrovaná bezpečnost**

V kritických situacích za jízdy rozhodují často zlomky vteřin o tom, jestli dojde k dopravní nehodě, nebo ne. Jak vyplynulo ze studií, přibližně 60 procent všech nárazů zezadu a téměř třetina čelních srážek by se vůbec nemusely stát, kdyby mohl řidič zareagovat o půl sekundy rychleji, proto je vizí dnešní doby slučování aktivní a pasivní bezpečnosti do tzv. integrované bezpečnosti. Integrovaná bezpečnost funguje tak, že na základě informací o okolí vozidla např. z radarů a kamer, dojde při vyhodnocení neodvratnosti nehody k aktivaci systémů pasivní a aktivní bezpečnosti: uvedou se v činnost přepínače bezpečnostních pásů a zároveň dojde k seřízení sedadel a opěrek hlavy do správné polohy, aktivují se brzdové asistenty atd. [4]



## 5. Legislativa

Automobily prodávané na území Evropy musí splňovat zákonem stanovené požadavky a homologační předpisy a homologační předpisy Evropské hospodářské komise EHK-OSN. Předpisů zasahujících do oblasti pasivní bezpečnosti je několik desítek, ale společné všem je to, že stanovují minimální povinnou úroveň, kterou musí vozidlo splnit, aby mohlo být prodáváno. Členské státy Evropské hospodářské komise OSN uzavřely v roce 1958 v Ženevě: „Dohodu o přijetí jednotlivých podmínek homologací a o vzájemném uznávání homologace výstroje a součástí motorových vozidel“. Tento dokument stanovuje rámcově podmínky. Konkrétní předpisy jsou řešeny přílohami. Mezinárodní předpisy EHK-OSN obsahují řadu předpisů z oblasti pasivní bezpečnosti tak, aby mohla být vozidla v rámci smluvních stran Ženevské dohody připuštěna do běžného silničního provozu. Nespecifikují však přímo konstrukční řešení, ale požadují předepsané účinky a vlastnosti.

### **Předpisy EHK-OSN**

- předpis EHK 011 - Zámky a závěsy bočních dveří

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování vlastností zámků a součástí upevnění dveří jako např. na závěsy a jiné nosné prostředky na bočních dveřích vozidel kategorií M1 a N1 používaných nebo použitelných k nastupování a vystupování cestujících.[5]

- předpis EHK 012 - Náráz na sloupek řízení

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu mechanismu řízení motorových vozidel kategorie M1 a vozidel kategorie N1 s maximální povolenou hmotností menší než 1500 kg z hlediska ochrany řidiče při čelním nárazu vozidla.[5]

- předpis EHK 014 - Kotevní místa bezpečnostních pásů

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu kotevních úchytů bezpečnostních pásů pro dospělé osoby na sedadlech směřujících dopředu nebo dozadu ve vozidlech kategorie M a N. Aplikuje se také na systémy ukotvení ISOFIX a horní kotevní úchyty ISOFIX určené pro dětské zádržné systémy ISOFIX instalované ve vozidlech kategorie M1. Vozidla kategorie N1 vybavené ukotvením ISOFIX musí také vyhovět ustanovením tohoto předpisu.[5]

- předpis EHK 016 - Bezpečnostní pásy pro dospělé cestující

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu bezpečnostních pásů a zádržných systémů určených pro montáž do vozidel a sloužících k jednotlivému používání tj. jako individuální zařízení pro osoby dospělého věku sedící na sedadlech orientovaných dopředu nebo dozadu. Vztahuje se také na dětské zádržné systémy a dětské zádržné systémy ISOFIX navržené pro montáž do vozidel kategorie M1 a N1.[5]

- předpis EHK 017 - Sedadla, jejich úchyty a hlavové opěrky

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu sedadel, jejich ukotvení a jejich opěrek hlavy u vozidel kategorie M1 a N1 a na typ sedadel, jejich ukotvení a jejich opěrek hlavy u vozidel kategorie M2 a M3, pokud se na ně nevztahuje předpis č. 80. Předpis se vztahuje i na konstrukci zadní části opěradel sedadel a zařízení určených k ochraně cestujících proti nebezpečí vznikajícímu u vozidel kategorie M1 posuvem. Nevztahuje se na sklopná sedadla, bočně orientovaná sedadla a na sedadla orientovaná směrem dozadu ani na jakékoliv opěrky hlavy namontované na taková sedadla.[5]

- předpis EHK 021 - Vnitřní výčnělky vozidel

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování vnitřního vybavení osobních automobilů z hlediska vnitřního uspořádání prostoru pro cestující, uspořádání ovládacích orgánů, opěradel a zadní části sedadel, dálkového ovládní, střechy a přepážek. Předpis se nevztahuje na zpětná zrcátka, na které se vztahuje samostatný předpis č. 46.[5]

- předpis EHK 025 - Opěrky hlavy

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu opěrek hlavy (integrální opěrky, oddělitelné opěrky, samostatné opěrky), jejichž účelem je omezit pohyb hlavy cestujícího směrem dozadu při zadním nárazu na vozidlo. Nevztahuje se na opěrky hlavy, které se užívají u sklopných sedadel a sedadel orientovaných dozadu nebo bočně.[5]

- předpis EHK 032 - Náraz na vozidlo zezadu

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu nosné konstrukce prostoru pro cestující osobních vozidel při nárazu zezadu.[5]

- předpis EHK 033 - Náraz na vozidlo zepředu

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu nosné konstrukce prostoru pro cestující osobních vozidel (jiných než bezkapotového provedení), pokud jsou vystavena čelnímu nárazu.[5]

- předpis EHK 034 - Snížení rizika požáru

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu vozidle kategorie M, N a O z hlediska nádrže (nádrží) na kapalná paliva. Na žádost výrobce je možno u vozidel kategorie M1 (ale popřípadě i u vozidel jiných kategorií) homologovat mimo nádrže i typ vozidla z hlediska jeho ochrany proti nebezpečí požáru v případě čelního nebo zadního nárazu.[5]

- předpis EHK 043 - Bezpečnostní skla a zasklívací materiály

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typů bezpečnostních zasklívacích materiálů, určených pro montáž jako čelní nebo jiná skla nebo jako přepážky v motorových a jejich přípojných vozidlech. Schvaluje se i jejich montáž. Předpis se netýká dvojitých oken.[5]

- předpis EHK 044 - Zadržovací prostředky pro děti

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu dětského zádržného systému, který je vhodný k instalaci do motorových vozidel se třemi nebo více koly a který není určen pro užívání se sklopnými sedadly nebo se sedadly směřujícími bočně.[5]

- předpis EHK 094 - Přesazený čelní náraz

Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu vozidla z hlediska ochrany cestujících při přesazeném čelním nárazu vozidla. Předpis se vztahuje na motorová vozidla kategorie M1 s celkovou přípustnou hmotností nepřesahující 2,5 t; těžší vozidla mohou být homologována na žádost výrobce.[5]

- předpis EHK 095 - Boční náraz

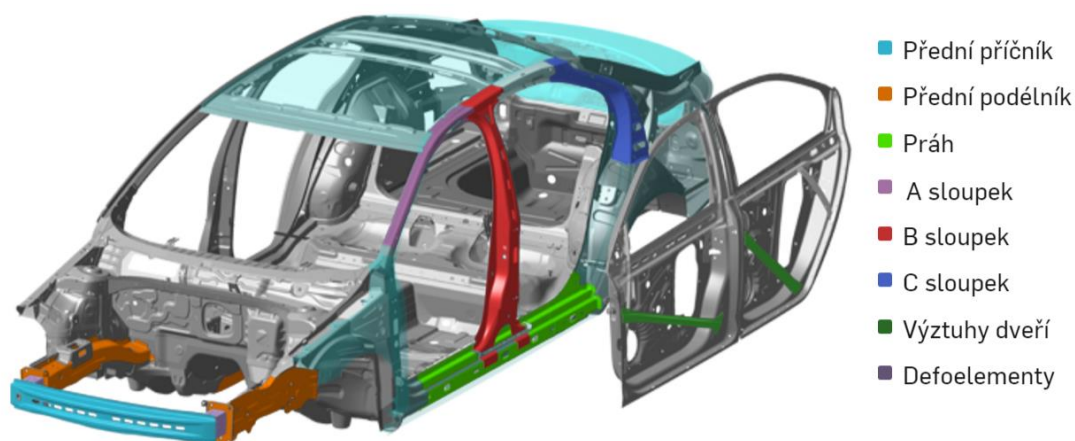
Tento předpis se vztahuje na zkoušení a schvalování typu vozidla z hlediska chování nosné konstrukce prostoru pro cestující při bočním nárazu vozidel kategorie M1 a N1.[5]

V České republice je problematika pasivní bezpečnosti legislativně stanovena zákonem č.56/2001 Sb. „Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích“ a vyhláškou Ministerstva dopravy a spojů č. 341/2002 Sb. „O schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích“. Dále je nutné při schvalování připuštění vozidel do provozu dodržet tzv. homologační předpisy Evropské hospodářské komise EHK-OSN. Schvalování způsobilosti vozidel k provozu v České republice provádí TÜV SÜD Auto CZ s.r.o. a DEKRA Automobil a.s.

## 6. Karoserie

Karoserie automobilu, jejímž úkolem je pohltit při nárazu největší část deformační energie, je základním a nejdůležitějším prvkem ochrany posádky. Této skutečnosti dosahujeme použitím tzv. programovatelné struktury karoserie. V praxi jde o to, že jsou na jednotlivé části karoserie použity plechy o různých tloušťkách a v kritických místech je vyztužena tuhými a pevnými nosníky nebo vhodnými tvary deformačních prvků. Při nárazu tak dochází k deformaci karosérie, která pohlcuje velkou část deformační energie s cílem zachovat prostor pro cestující bez výrazných změn. Na obr. 5 jsou znázorněny klíčové části karoserie vozidla.

Obr. 5 - Klíčové části karoserie vozidla

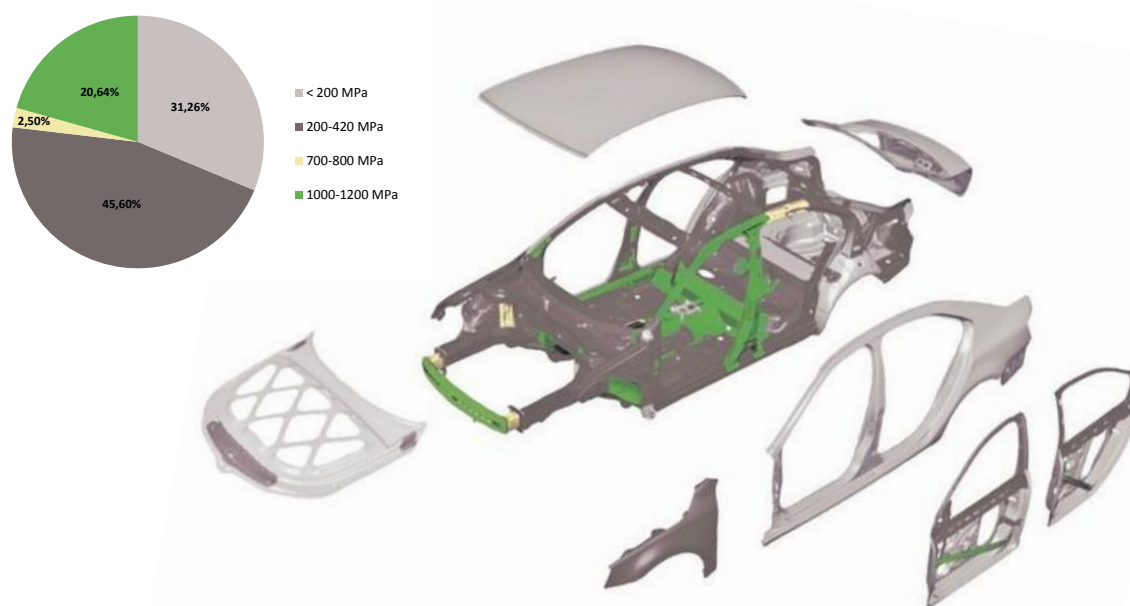


Zdroj: <http://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/karoserie>

## 6.1. Konstrukce karoserie

Vysoce kvalitní tuhá stavba karoserie je základem bezpečnosti v případě všech typů nehod. Pro dosažení vysoké trvanlivosti skeletu jsou použity velmi pevné materiály zejména v oblasti prostoru pro cestující, kde jsou povoleny jen minimální deformace. Celková skladba karoserie vozu Škoda Octavia III. je znázorněna na obr. 6 a je zde vyjádřen jednotlivý podíl plechů pro stavbu tohoto vozidla.

Obr. 6 - Pevnost použitých plechů karoserie



Zdroj: [http://www.autoweek.cz/cs-aktuality-podvozek\\_skody\\_octavia-2555](http://www.autoweek.cz/cs-aktuality-podvozek_skody_octavia-2555)

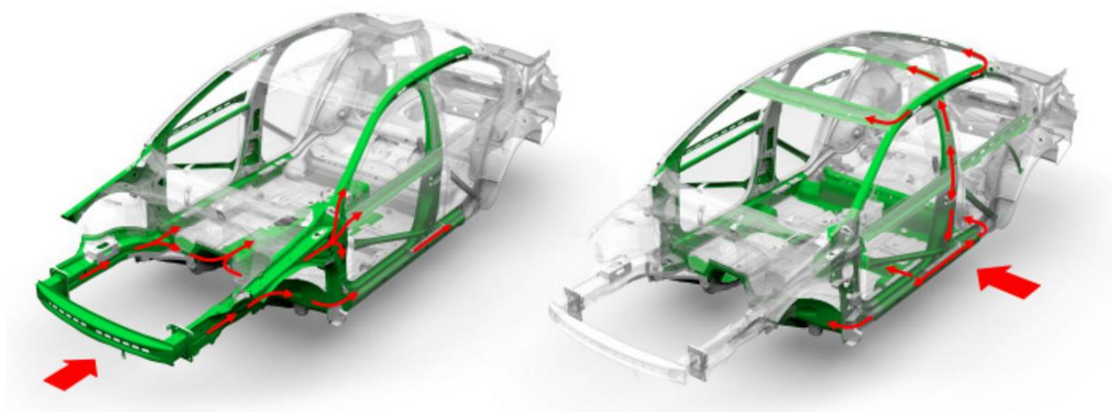
- Robustná konstrukce prahu a sloupku vykazuje vysokou pevnost a tuhost.
- Speciální držáky motoru brání při nehodě jeho průniku do prostoru pro cestující a v případě silného nárazu motor klouže pod prostor pro posádku, kde nikoho neohrozí.
- Progresivně deformovatelná přední a zadní část vozidla zaručuje optimální průběh deformace karoserie tak, aby došlo k maximálnímu pohlcení energie při nárazu.
- Záměrně deformovatelné oblasti nosníku předního nárazníku umožňují řízenou deformaci přední části vozidla.
- Dveře jsou vyztuženy úhlopříčnými i vodorovnými pevnostními plechy, a chrání tak posádku při bočním nárazu.
- Pevné A a B sloupky chrání posádku před čelním a bočním nárazem.

## 6.2. Deformační zóny

Při nárazu se deformační zóny karoserie záměrně deformují, čímž pohlcují značnou část energie vzniklé nárazem. Naopak prostor, kde sedí posádka, zůstane nenarušený a zachová tak stálý prostor pro přežití. Pro absorpci nárazové energie je díky dostatečným délkám deformačních zón vhodná přední a zadní část vozidla oproti bočním stranám vozidla, kde jsou deformační zóny velice malé.

Současná vozidla jsou konstruována se samonosnými karoseriemi, které umožňují řešit deformační zóny přidě s programovatelnou účinností, kdy se zpoždění rovnoměrně rozděluje na celou dobu deformace. Celá deformační zóna je optimalizována z hlediska sil, které působí při plném i přesazeném nárazu na vozidlo. K přední deformační zóně patří i nárazník. Jeho úkolem je zachytit a rozložit náraz na celou přední část vozidla. Vyžaduje se tedy od něho dostatečná tuhost a pevnost. Zadní část vozidla bývá dimenzována na menší síly vzhledem k nižším nárazovým rychlostem. U konstrukce vozidla s motorem vpředu je k dispozici pro deformaci celá zadní struktura. Boční konstrukce karoserie je vzhledem k malým deformačním zónám schopna pohltit jen malé množství nárazové energie. Proto nelze vytvořit stejné hodnoty deformačních zón jako v přední a zadní části vozidla. V těchto místech je použito největší množství vysokopevnostních materiálů a boční tuhost se zvyšuje využitím příčných výztuh ve střeše a podlaze vozidla. Na obr. 7 je znázorněno rozložení sil při čelním a bočním nárazu.

Obr. 7 - Rozložení sil při nárazu



Zdroj: <http://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/karoserie>

## 7. Zádržné systémy

Úkolem těchto systémů je snížit zatížení těla při prudkém zpomalení, které vzniká při nárazu, kdy se tělo pohybuje setrvačnou rychlostí. Zádržné systémy tuto rychlost omezují tak, aby nedošlo k překročení biomechanických limitů těla.

V následujících kapitolách se budu věnovat jednotlivým druhům zádržných systémů, které se v dnešní době u silničních vozidel používají. Mezi nejznámější určitě patří bezpečnostní pás, dnes nejpoužívanější tříbodový samonavíjecí opatřený přepínačem a omezovačem napínací síly. Dalším nepostradatelným prvkem zádržných systémů současných vozidel je vzduchový vak – airbag, který v součinnosti s bezpečnostními pásy tvoří účinnou bariéru před nárazem cestujících do pevných částí interiéru. Automobily mohou být vybaveny velkým množstvím airbagů např. model Škoda Octavia III. může mít až 9 airbagů. Vzhledem k tomu, že se motorové vozidlo stalo běžnou součástí každé rodiny s dětmi, nesmíme zapomínat na ochranu dětí, které jsou často ve vozidle s námi. K tomu nám napomáhají dětské sedačky, jelikož klasické bezpečnostní pásy nejsou konstruovány na malé dětské tělo. Tyto sedačky musí být ukotveny tak, aby byly s karosérií pevně spojeny. Spojení bývá nejčastěji tvořeno pomocí bezpečnostních pásů nebo pomocí úchytů ISOFIX umístěných na zadních sedadlech či u některých modelů automobilů i na sedadle spolujezdce.

Aby došlo k dosažení maximální účinnosti ochrany posádky, musí všechny tyto systémy pracovat jako celek. To znamená, že musí být všichni cestující při jízdě připoutáni bezpečnostními pásy, aby došlo ke správnému načasování a nasměrování těla proti airbagu. Jestliže není bezpečnostní pás použit, stává se z airbagů nebezpečný prvek, který může vážně zranit, ba i dokonce usmrtit cestující ve vozidle.

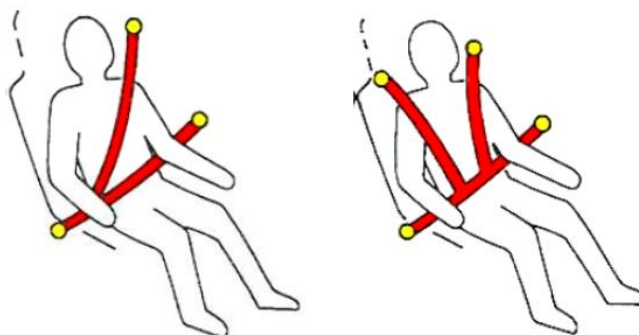
### 7.1. Bezpečnostní pásy

Bez správného použití bezpečnostního pásu nás neochrání ani airbag, ani deformační zóna. Jejich úkolem je zachycení a přidržení těla posádky při nárazu na sedadlech, a tím zabrání jeho nárazu do interiéru vozidla nebo ostatních cestujících ve vozidlech. Zabraňují taktéž vymrštění těla například z převraccujícího se nebo jinak nekontrolovatelně se pohybujícího vozidla. Avšak za jeho velký nedostatek považujeme snižující se ochranný účinek při nárazech šikmo zepředu a při bočních nárazech prakticky jeho úplnou ztrátu.

Používání bezpečnostních pásů u řidičů a spolujezdců na předních sedadlech už v dnešní době můžeme považovat za rutinní záležitost, avšak někteří spolujezdci na zadních sedadlech stále ještě nepochopili, že svým nepřipoutáním ohrožují nejen sebe, ale i ostatní cestující ve vozidle.

Napínání pásů je zajištěno pomocí speciálního mechanismu, který funguje na principu navíjení popruhu. Pásy rozdělujeme podle počtů bodů, kterými jsou spojeny s autem. U sportovních a závodních automobilů se setkáváme s čtyřbodovými pevnými pásy a u moderních automobilů jsou nejpoužívanější tříbodové pásy. Příklady tříbodového a čtyřbodového bezpečnostního pásu jsou schematicky naznačeny na obr. 8.

Obr. 8 - Bezpečnostní pás tříbodového a čtyřbodového typu



Zdroj: [3]

Každý samonavíjecí mechanismus bezpečnostního pásu je vybaven blokovacím systémem, který v případě náhlého zpomalení brání jeho odvíjení. V praxi se nejčastěji používá:

- kyvadlo
- kyvadlový mechanismus
- odstředivý regulátor nebo odstředivé kolo

### ***Kyvadlo***

Tento typ mechanismu reaguje na náklon nebo odstředivé boční síly vozidla. Při překročení hraniční meze náklonu mechanismu dochází k zablokování odvíjení pásu.

### ***Kyvadlový mechanismus***

Tento mechanismus reaguje na dopředné zpomalení při brzdění vozidla vykloněním se směrem dopředu, a tím zablokuje rohatku nenavíjecího se bubínku. Při ukončení brzdění se mechanismus samovolně vrací do původní polohy. Tento mechanismus dle EHK musí reagovat při zpomalení vozidla 0,4g.

### ***Odstředivý regulátor nebo odstředivé kolo***



Tento typ mechanismu reaguje na rychlost odvíjení bezpečnostního pásu z navíjecího bubínku. Jakmile dojde k překročení stanovené rychlosti odvíjení, dochází k zablokování navíjecího bubínku, a tím zamezení dalšího odvíjení pásu. Tento mechanismus dle EHK musí reagovat při zpomalení vozidla 0,6 g.

### **7.1.1. Mechanismy zvyšující účinnost bezpečnostních pásů**

#### **Předpínače bezpečnostních pásů**

Při srovnání správně seřízeného pevného pásu a samonavíjecího pásu je pevný pás z hlediska bezpečnosti vhodnější, protože při nárazu drží tělo pasažérů pevně v sedadle. Naopak u samonavíjecích pásů dochází před úplným zablokováním vždy k malé části odbytí. Z tohoto důvodu se samonavíjecí pásy dovybavují tzv. předpínači.

Předpínače bezpečnostních pásů zvyšují bezpečnost připoutaných osob tím, že napínají pás, který pak těsněji doléhá na tělo a udržuje jej opřené o sedačku. Vzdálenost mezi tělem a pásem je tak při nárazu snížena na minimum, a tím je omezen pohyb těla směrem dopředu tak, aby airbag pohltil hlavu i hrudník ve správný okamžik. Předpínače jsou umístěny na navíjecích mechanismech bezpečnostních pásů a jsou řízeny stejnou jednotkou jako airbasy. Při čelním nárazu o určité intenzitě dochází k automatické aktivaci během 8 - 12ms se silou 3 - 5 kN a to i u nepřipoutaných pásů. Pás je zkrácen přibližně o 10 cm.

Předpínače můžeme dělit podle principu, na kterých pracují:

- Mechanické
- Pyrotechnické
- Elektrické
- Hydraulické

#### ***Mechanický předpínač***

Tento typ mechanismu se používal především u starších vozidel. Jako zdroj navíjecí energie je zde předpjatá pružina. V případě aktivace dojde k jejímu uvolnění a následně je pás přes ocelové lanko přitažen. Opětovnému povolení pásu brání zpětná západka.

## Pyrotechnické předpínače

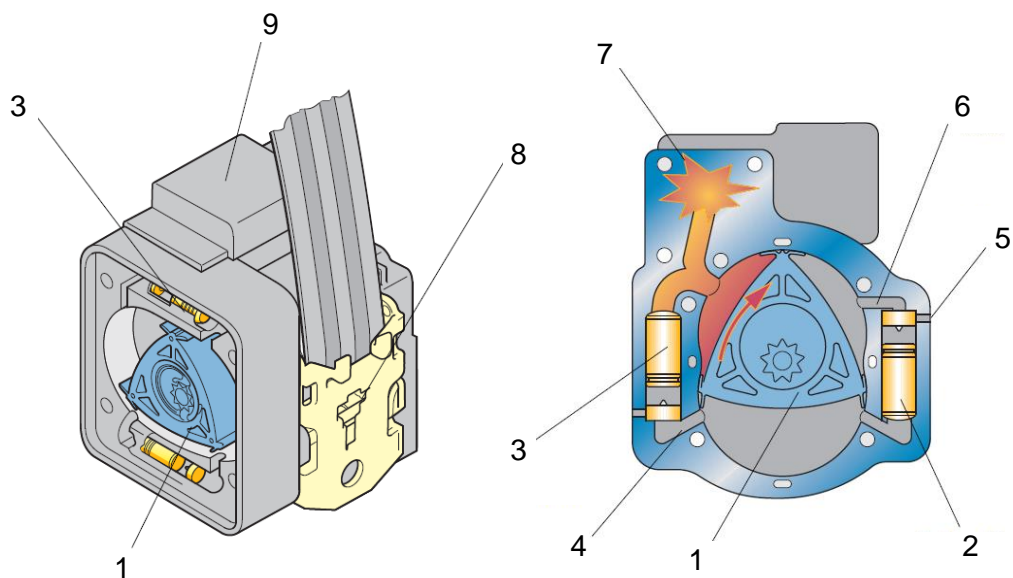
V dnešní době je většina automobilů vybavena tímto typem předpínačů. Při nárazu vyhodnocuje řídicí jednotka airbagů signál ze snímačů zpomalení a při překročení určité hranice zpomalení a délky trvání dochází k odpálení pyrotechnické kapsle. Vzniklý tlak uvede do pohybu mechanismus (kuličkový, rotační píst, atd.), který rozpojuje bubínek, na který se navíjí bezpečnostní pás.

- **Předpínač na principu Wankelova motoru**

Předpínač pásů na principu Wankelova motoru s rotačním pístem existuje jak s mechanickou, tak i s elektrickou aktivací. Předpínač pásů pro vnější zadní sedadlo je součástí navíjecího automatu.

Po zapálení hnací nálože expandující plyn pootočí rotačním pístem. Následně dojde k zapálení hnací nálože i v druhé a třetí komoře. Tím se rotace pístu dokončí. Rotační píst je spojen s navíjecím bubnem, který navíjí (utahuje) bezpečnostní pás. [7]

Obr. 9 - Předpínač s rotačním pístem



1- rotační píst; 2 - sekundární plynový generátor; 3 - terciální plynový generátor; 4 - přepouštěcí kanál 2; 5 - vypouštěcí kanál; 6 - přepouštěcí kanál 1; 7 - zapálení primárního plynového generátoru; 8 – navíjecí mechanismus; 9 – mechanický spouštěč

Zdroj: Škoda Auto [8]

- **Snake Pretensioner Retractor SRP4**

SRP4 namísto konvenčních kovových součástek využívá pro přenos napínací síly plastový pístek, což má za následek lehkou a jednoduchou konstrukci a kompaktní obal. Při aktivaci dochází k zapálení pyrotechnického plynu, který se začne rozpínat. Ve vodící trubičce dochází k nárůstu tlaku a posunutí plastového hadovitého pístu, který otáčí hnacím ozubeným kolečkem. Tento píst přenáší točivý moment potřebný k utažení pásu. K předpětí pásu dochází do desíti milisekund. [9]

Obr. 8 - Snake Pretensioner Retractor



Zdroj: <http://www.auto-medienportal.net/artikel/detail/21478>

### **Hydraulické předpínače**

K předepnutí pásu se u tohoto typu předpínačů využívá energie kapaliny. Princip spočívá v tom, že při nárazu je nárazníkem stlačen píst a potrubím je kapalina vedena dále k předpínacímu zařízení, které se tímto napne.

### **Elektrické předpínače**

Tento předpínač se aktivuje po získání impulzu z řídicí jednotky. Dochází ke spuštění elektromotoru, který se přes převod spojí s navíjecím mechanismem.

### **Omezovače síly v bezpečnostních pásech**

Slouží k omezení zádržné síly, která působí na tělo cestujícího při nárazu tak, aby nedošlo k překrojení biomechanických limitů těla. K jejich aktivaci dochází okolo 70 ms po nárazu.

Omezení zádržné síly je možné:

#### **Plastickou deformací**

- síla je omezována deformací torzní tyče na navíjecím bubnu pásu
- průběh síly, která působí přes pás na posádku vozidla, je z dalších používaných omezovačů nejplynulejší

### **Suchým třením**

- síla je omezována třením ploch třecího obložení na bubnu navíjecím mechanismu
- průběh síly na bezpečnostním pásu je oproti omezovači s torzní tyčí výrazně skokový

### **Destrukci pásu**

- omezení síly je zde způsobeno pomocí několika trhacích švů
- při destrukci jednotlivých švů se bezpečnostní pás prodlužuje

### **Aktivní zámek bezpečnostních pásů**

Aktivní zámek (obr. 10) je určen pro zadní sedadla. Do činnosti se uvádí při otevření zadních dveří, kdy se rozsvítí, aby na sebe upozornil, a dochází k jeho vysunutí ze sedadla o 70 mm pro jednodušší obsluhu. Po zapnutí bezpečnostního pásu se vrátí do své výchozí polohy, a to mimo jiné zlepší natažení pásu ve spodní části, a tak je pasažér lépe chráněn. [10]

Aktivní zámek dostal i další funkci, když se stal integrovanou součástí systému Pre-Safe. V případě hrozícího nárazu se zámek zasune o 40 mm oproti své původní poloze. Díky tomu je pánev lépe zafixována a výrazně se snižuje podklouznutí pod bezpečnostním pásem při nehodě. Funkce aktivních zámků bezpečnostních pásů ovšem nekončí přípravou na nehodu, ale pokračují i po ní, kdy se po nárazu a zastavení zámek vysune do stejné polohy jako při nastupování. Zároveň se i rozsvítí, aby usnadnily odepnutí samotnému pasažérovi nebo záchranářům. [10]

Obr. 10 - Aktivní zámek bezpečnostních pásů



Zdroj: <http://www.auto.cz/mercedes-benz-bezpecnejsi-pasy-zadni-cestujici-64888>

## 7.2. Dětské autosedačky

Dětské zadržné systémy neboli dětské autosedačky jsou prvek pasivní bezpečnosti zvyšující bezpečnost při přepravě dětí, jelikož standardní bezpečnostní pásy automobilu nejsou konstruovány pro malé tělo dítěte, a z tohoto důvodu se musí použít dětská autosedačka. Jde o velice důležitou součást zadržných systémů chránící nejmladší účastníky při dopravní nehodě. Její použití je povinné (dle zákona) tj. i ve městech a na krátkých vzdálenostech. Dětskou sedačku můžeme umístit na jakékoliv místo ve vozidle, které je pro daný typ sedačky určeno. Jejich používání je již běžnou součástí cestování automobilem, avšak je velice důležité její správné použití.

Dětské sedačky můžeme dělit podle dvou základních kritérií:

- dle hmotnosti přepravovaného dítěte
- dle mechanismu uchycení

### 7.2.1. Dle hmotnosti přepravovaného dítěte

Dětské autosedačky jsou podle hmotnosti dítěte rozděleny do čtyř skupin označených číslem 0-3. Samozřejmě samotná hmotnost není rozhodujícím faktorem. Obecně platí, že pokud vyčnívá hlavička dítěte nad sedačkou, doporučuje se přejít na následující skupinu i dříve.

#### **Skupina 0-0+**

0 - 13 kg (0 - 9 měsíců)

Kojenci musí být přepravováni v sedačce (skořepině), která umožňuje transport v pololeže. Upevňují se vždy v poloze proti směru jízdy. Rozhodující předností je, že dítě je v případě kolize celým tělem v sedací skořepině přitlačeno a podepřeno. 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. Nelze-li ho vypnout, nikdy tam sedačku neumísťujte! Aktivní airbag je pro dítě smrtelně nebezpečný. [11]

#### **Skupina 1**

9 – 18 kg (cca 9 měsíců až 4 roky)

Je vhodná pro děti, které jsou schopny již samy sedět, ale z počátku potřebují oporu do všech stran. Tato autosedačka se již upevňuje po směru jízdy. Samotná sedačka má potom vlastní pětibodový pás pro udržení dítěte v bezpečné poloze. Tento typ sedaček je velice oblíben, protože jsou pro děti skutečně pohodlné a

nabízejí více klidových a spánkových poloh. U malých dětí však hrozí vyšší riziko poranění krční páteře při nehodě. [11]

### **Skupina 2**

15 – 25 kg (cca 4 roky – 6 let)

Je určena pro odrostlejší děti, kdy je vhodné přejít na klasický tříbodový pásový systém. Tato sedačka nemá vlastní popruhový systém. Dítě sedící v sedačce je zajištěno tříbodovým popruhem vozidla. Průběh popruhu lze přizpůsobit individuálně podle velikosti dítěte. Zvláště výhodné je, že sedačka může být rychle a bez námahy přemístěna z jednoho vozidla do druhého. Tento systém je určen nejen pro skupinu 2, ale také pro skupinu 3. Mohou být tedy používány až do doby, kdy už dítě žádný speciální zádržný systém nepotřebuje. Důležité v tomto období je zajistit správnou polohu pásu vhodně k postavě dítěte. [11]

### **Skupina 3**

22 - 36 kg (od 6 let - 11 let, respektive do výšky 150 cm)

U této skupiny jsou děti a rodiče často nedbalí pro používání sedačky. Nesmíme však zapomenout, že je nutné používat dětské sedačky až do tělesné výšky 150 cm. Je-li užíván jen pás pro dospělé bez příslušné sedačky, je to pro dítě s menší výškou nebezpečné. Pás se může zaříznout do měkkých částí břicha nebo na krku dítěte a těžce ho zranit. V tomto případě se nejedná o klasickou sedačku, ale o zvýšené sedadlo, které se používá společně s tříbodovým bezpečnostním pásem. Vedení popruhu díky zvýšenému sedadlu je uvedeno do správné polohy, a dítěti nehrozí žádná rizika poranění. Zvýšené sedadlo zabrání mimo jiné i tomu, že dítě při nárazu nepodklouzne pod popruhem. [11]

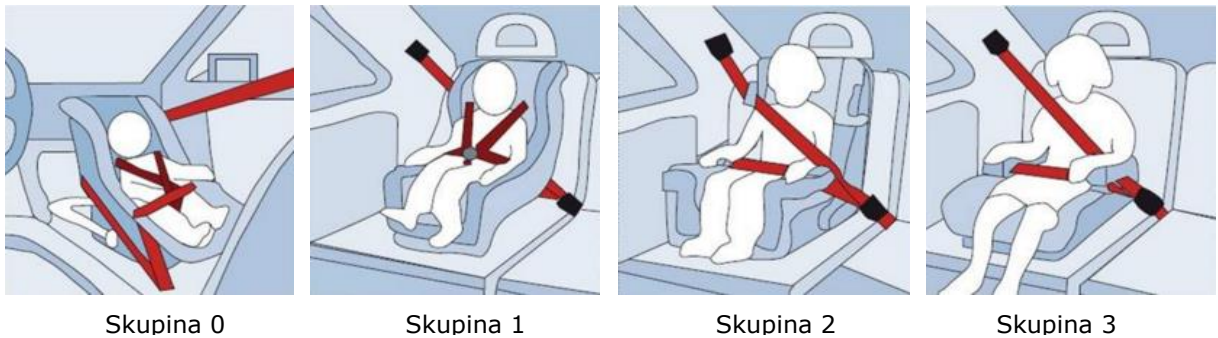
## **7.2.2. Dle mechanismu uchycení**

Dětské autosedačky musí být ve vozidle uchyceny tak, aby bylo zajištěné pevné spojení s karoserií. V dnešní době se toto uchycení realizuje dvěma způsoby. Prvním způsobem je uchycení dětské autosedačky klasickým pásem pro dospělé a druhým způsobem je uchycení pomocí systému ISOFIX.

### **Uchycení bezpečnostním pásem**

Dětské sedačky jsou v tomto případě vybaveny speciálními vodítky, kterými se protahuje bezpečnostní pás. Po protažení a zapnutí pásu je nutné tento pás co nejvíce napnout tak, aby nedocházelo ke kývání. Příklad uchycení jednotlivých skupin dětských sedaček je na obr. 11.

Obr. 11 - Uchycení sedaček bezpečnostním pásem



Zdroj: [http://auto.idnes.cz/foto.aspx?foto1=FDV22c0c0\\_sedacky1.jpg](http://auto.idnes.cz/foto.aspx?foto1=FDV22c0c0_sedacky1.jpg)

### **Uchycení systémem ISOFIX**

Systém ISOFIX zabezpečuje pevné spojení mezi dětskou sedačkou a vozidlem, a zabraňuje tak chybné montáži, ke které často dochází při použití klasických bezpečnostních pásů. Systém je normován a musí jím být podle nařízení Evropské unie od roku 2006 vybaveno každé nové vozidlo. Skládá se ze dvou pevných úchytů kotvených na vozidle a umístěných v polstrování sedadla a dvou odpovídajících úchytů na dětské autosedačce, které do sebe zapadají. Navíc je tento systém častokrát doplněn o úchyty TopTether na zadní straně sedadla, případně v zavazadlovém prostoru. Tyto úchyty omezují rotační pohyb dětské sedačky, a v případě nehody tak snižují pohyb dítěte směrem kupředu. Standardní systém ISOFIX je vybaven pevným rámem západek. Naproti tomu někteří výrobci autosedaček vybavují tento díl otočným spojem, který má za úkol působící síly na dítě rozdělit nebo odklonit. Schéma systému ISOIX a popis jednotlivých dílů je na obr. 12.

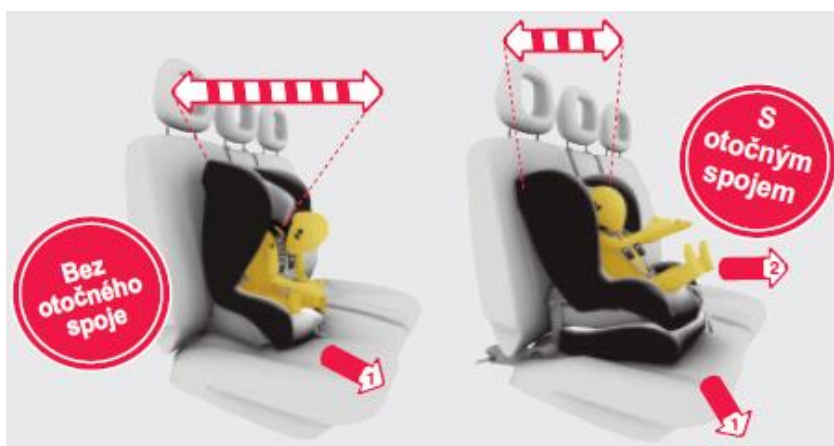
Obr. 12 - Systém uchycení ISOFIX



Zdroj: [https://www.detskydum.cz/userfiles/image/detail\\_m\\_big/f9b2ec8c.jpg](https://www.detskydum.cz/userfiles/image/detail_m_big/f9b2ec8c.jpg)

Na následujícím obr. 13 lze vidět uchycení s pevným rámem západky a otočným spojem. Jednostranné šipky 1 a 2 znázorňují směr pohybu sedačky při nárazu a oboustranná šipka naznačuje sílu, kterou je namáhána hlava dítěte. Z obrázku jednoznačně vyplývá, že při nárazu je systém s otočným spojem k dětskému tělu mnohem šetrnější.

Obr. 13 - Srovnání systémů ISOFIX



Zdroj: <http://www.britax.cz/bezpecnostni-posudek/>

### **Srovnání systému ISOFIX se systémem využívajícím bezpečnostní pásy**

Oproti uchycení dětské sedačky pomocí bezpečnostních pásů má systém ISOFIX několik výhod. Jde především o pevné a bezpečné spojení mezi dětskou autosedačkou a vozidlem. Při nehodě tak dochází ke stejnému zpomalení dětské sedačky jako vozu. Díky pevnému propojení s trupem to vše snižuje zatížení na páteř a riziko poranění hlavy. Dalším důležitým účinkem tohoto spojení je skutečnost, že pohyb autosedačky do stran se omezí a pohyb převrácení dopředu je zbrzděn podpůrnou nohou nebo horním popruhem. Zároveň se jedná o jednoduché uchycení, díky němuž dochází k jednoduchému a rychlému nainstalování popřípadě demontáži dětské sedačky, která je tak ve vozidle fixována, i když není obsazena. Dále pak můžeme u starších vozidel, které nejsou tímto systémem vybaveny, sedačku uchytit pomocí bezpečnostních pásů. [6]

Při uchycení dětské autosedačky pomocí tříbodového bezpečnostního pásu dochází k zpomalení až tehdy, když se pás napne, tedy o něco později. To má za následek zvýšení sil působících na dítě. [6]



### 7.2.3. i-Size

„i-Size” je název nového evropského nařízení o bezpečnosti týkající se autosedaček pro děti mladší 15 měsíců. Tento předpis je účinný od roku 2013 a upravuje mimořádnou ochranu v několika ohledech. Především ukládá povinnost umístění autosedaček s dětmi do 15 měsíců věku proti směru jízdy na místo 9-12 měsíců, což bylo doporučováno předchozí evropskou normou. Toto nařízení nenahrazuje starší předpis ECE R44/04, proto není nutné měnit stávající autosedačku. Zavedení systému i-Size pouze znamená možnost si při nákupu autosedačky vybrat takovou, která splňuje požadavky tohoto nového bezpečnostního nařízení.[12]

Autosedačky, které splňují kritéria nového nařízení o i-Size, poskytují až dvojnásobnou ochranu ve srovnání s běžnými dětskými autosedačkami.

- Systém i-Size díky povinnému umístění dítěte proti směru jízdy do jeho 15 měsíců zajišťuje lepší ochranu jeho krku a hlavy. i-Size rovněž poskytuje lepší boční ochranu, neboť poprvé v historii právních předpisů, které upravují cestování dětí v autě, jsou také stanoveny minimální požadavky na ochranu pro případ boční kolize. [12]
- U autosedaček s i-Size je daleko menší pravděpodobnost chybné instalace, protože fungují na snadném postupu umístění a zacvaknutí, ke kterému není třeba použít bezpečnostní pás auta. [12]
- Tento předpis přispívá k tomu, že autosedačky nejsou příliš brzy vyměněny za ty, které se umísťují po směru jízdy. Důvodem je skutečnost, že oproti předchozímu povinnému věku 9-12 měsíců je nově stanovený požadavek věku 15 měsíců, popř. velikosti (délky) dítěte 75/80 cm jasně definován. Příliš brzké výměně autosedačky je také zabráněno tím, že rozhodným kritériem je délka dítěte, a rodiče se tak jistě nebudou chybně rozhodovat jen podle toho, že hlava dítěte přesahuje horní okraj autosedačky nebo že nohy dítě sahají mimo ni. [12]
- V neposlední řadě přináší i-Size větší pocit klidu. Ne všechny aktuálně prodávané autosedačky se totiž bezpečně hodí do všech modelů aut. V případě i-Size je však situace jiná. Všechny autosedačky s i-Size jsou spolehlivě vhodné do všech aut se systémem ISOFIX. [12]

#### 7.2.4. Integrovaný podsedák

První integrovaný podsedák byl v podstatě tvořen upravenou středovou loketní opěrkou, která byla navržena tak, aby bezpečně zvýšila jízdní pozici dítěte do úrovně, ve které by bylo možné vést tříbodový bezpečnostní pás prostředního sedadla tím nejefektivnějším způsobem. Díky tomuto opatření již nebylo nutné pořizovat pro starší děti příslušenství v podobě podsedáku, přičemž měli malí cestující zajištěn vyšší komfort. Další jasný přínos tohoto integrovaného řešení spočíval v tom, že byl podsedák vždy "po ruce" a současně došlo k minimalizaci pravděpodobnosti, že bude použit nesprávným způsobem. Jedna z výhod integrovaného dětského podsedáku spočívá v tom, že se jedná o součást sedadla, a bezpečnostní pás je tedy v těsnějším kontaktu s tělem dítěte. Tím odpadá riziko, že dojde na některém místě k prověšení bezpečnostního pásu, což se může stát u samostatných podsedáků. Zároveň nikterak nebrání používání sedadla dospělým jedincům. To znamená, že je toto sedadlo vhodné prakticky pro všechny. O několik let později byl představen integrovaný dvoustupňový podsedák, který lze nastavit do dvou výškových úrovní, aby bylo dítě v závislosti na svém vzrůstu usazeno v co nejbezpečnější a nejpohodlnější poloze. Díky zvýšené bezpečnosti a flexibilitě, kterou integrovaný podsedák poskytuje, se z něj stává perfektní cestovní řešení, avšak v současnosti toto řešení nabízí jen pár automobilek. Jedna z variant integrovaných podsedáků je uvedena na obr. 14.[13]

Obr. 14 - Integrovaný podsedák



Zdroj: <http://volvocars.auto-staiger.cz/novinky-volvo/50-let-detske-bezpecnosti/>

## 7.3. Airbagy

Jde o vaky, které se při autonehodě naplní neškodným plynem, a tím chrání posádku automobilu před nárazem na některé části interiéru vozidla. Tyto vaky jsou vyrobeny z polyamidových vláken a jsou ukryty ve vnitřním prostoru vozidla. Při nárazu dochází k jejich aktivaci během několika milisekund. Samotný airbag nedokáže zadržet cestujícího. Jeho úkolem je zpomalení pohybu hlavy a hrudníku. Cílený ochranný efekt airbagů nastává za předpokladu, že jsou současně použity bezpečnostní pásy. V případě že nejsou, dojde k nesprávnému načasování kontaktu hlavy s airbagem nebo k situaci že hlava s hrudníkem na airbag vůbec nesměřují, a to může mít za následek vážné poranění, ba dokonce smrt.

O aktivaci příslušných airbagů rozhoduje řídicí jednotka na základě naprogramovaného algoritmu, který vyhodnocuje signály z externích senzorů a také ze signálů čidel integrovaných v samotné řídicí jednotce.

Většina typů airbagů je opatřena tzv. ventilačními otvory, aby nedošlo při kontaktu s airbagem k odražení, ale k pružnému zadržení. Umístění a velikost těchto otvorů je velmi složitá věc při návrhu airbagu. Dále může při nehodě docházet k pootevírání bočních oken, aby se zamezilo poškození sluchu při explozi airbagu a tlaková vlna směřovala směrem ven. U některých typů automobilů se můžeme setkat s tzv. adaptivními typy airbagů, které jsou schopny díky vlastním senzorům rozpoznat tělesné proporce jednotlivých členů posádky, podle kterých určí množství plynu, jakým má být airbag naplněn.

### 7.3.1. Boční airbag

Vaky podle typu účinně chrání pánev a hrudník cestujících při nárazu z boku a převrácení vozidla. Boční airbagy jsou nejčastěji ukryty v bočnici sedadla, konstrukci dveří nebo v bočním polštáři navazující na C sloupek u zadních sedadel. V případě bočního nárazu se aktivuje společně s hlavovým airbag, který je na straně nárazu. U novějších automobilů dochází k aktivaci airbagů i na opačné straně. Četnost bočních nárazů při autonehodě je přibližně 25%. Z důvodu velmi krátkých deformačních zón a malé vzdálenosti cestujícího od boku vozidla musí být reakční doba a doba nafouknutí co nejkratší a airbag musí zůstat co nejdéle nafouknutý. V případě nárazu kolmého na podélnou osu vozidla nebo nárazu svírajícího s podélnou osou vozidla úhel 30° a při současném splnění faktoru zpomalení a rychlosti jsou airbagy aktivovány cca do 7 ms. Samotné nafouknutí trvá asi 10 ms. Jejich objem bývá okolo 10 – 20 l. Boční airbagy jsou plněny generátorem plynu s pyrotechnickou zápalkou. Příklad bočního airbagu je zobrazen na obr. 15.[6]

Obr. 15 - Boční airbag



Zdroj: [http://ws.skoda-auto.com/OwnersManualService/Data/cz/Superb\\_3V/11-2015/Manual/Superb/B8\\_Superb\\_OwnersManual.pdf](http://ws.skoda-auto.com/OwnersManualService/Data/cz/Superb_3V/11-2015/Manual/Superb/B8_Superb_OwnersManual.pdf)

### 7.3.2. Hlavový airbag

Hlavový airbag se naplní mezi cestujícími a bočními okny od předního až po zadní sloupek. Jedním z jejich hlavních úkolů je snížit riziko vniknutí cizího tělesa do interiéru vozidla. Dalším úkolem je chránit především hlavu a trup cestujícího před kontaktem se sloupky a skly vozidla při bočním nárazu nebo při převrácení vozidla. Na rozdíl od čelních a bočních vaků nedochází k jeho vyfukování. Proto je vnitřní strana potažena silikonovou vrstvou. Hlavové airbagy jsou umístěny ve stropním obložení nad bočními sloupky. V případě nárazu dochází k jeho aktivaci současně s bočními airbagy na příslušné straně nárazu. Jeho objem bývá přibližně 35 l. Hlavový airbag je plněn na rozdíl od čelních a bočních plynovým generátorem, který obsahuje pouze stlačený plyn (helium + argon). Příklad je uveden na obr. 16.[6]

Obr. 16 - Hlavový airbag



Zdroj: [http://ws.skoda-auto.com/OwnersManualService/Data/cz/Superb\\_3V/11-2015/Manual/Superb/B8\\_Superb\\_OwnersManual.pdf](http://ws.skoda-auto.com/OwnersManualService/Data/cz/Superb_3V/11-2015/Manual/Superb/B8_Superb_OwnersManual.pdf)

### 7.3.3. Airbagy v bezpečnostním páse

Bezpečnostní pásy vybavené airbagem jsou vyvinuty pro zadní sedadla, kde se doposud cestující museli spoléhat jen na klasické bezpečnostní pásy a postranní

airbagy. Tento pás se používá úplně stejně jako běžný bezpečnostní pás. V případě čelní i boční kolize se pás nafoukne, a tím výrazně zvětší svůj objem. Může tak pevněji držet trup pasažéra v bezpečné pozici, aniž by na něj vyvíjel nepřiměřený tlak. Pás se plní plynem ze zásobníku pod sedadlem – stlačený plyn začne proudit do vaku poskládaného uvnitř pásu jako harmonika. Při tom se odspodu začne trhat látka na povrchu pásu a airbag se během zhruba 40 milisekund naplní. Tato doba odpovídá při dálniční rychlosti přibližně vzdálenosti 0,9 metru jízdy. Stlačený plyn, který se zchladí přechodem skrz speciální sponu, nafoukne daný airbag. To je také hlavní rozdíl proti běžnému airbagu, kde je plnicí plyn výsledkem exotermní chemické reakce a vzniká tak teplo. Airbag v bezpečnostním pásu se také nafukuje pomaleji a zůstává naplněný po dobu několika sekund. I tak je v kritickém čase dotyková plocha, na kterou se rozloží síla nárazu, pětinasobně větší než u běžného pásu. Tyto pásy s airbagy je možno používat i pro připoutání dětské sedačky nebo pro děti připoutané na podsedačku. Příklad tohoto airbagu je uveden na obr. 17. [14]

*nafukují se stlačeným chladným*

*plynem, který do nich proudí skrz speciálně konstruovanou sponu z nádržky uložené pod sedadlem*

Obr. 17 - Airbag v bezpečnostních pásech



Zdroj: <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/ford-mondeo-2013-dostane-airbagy-integrované-do-zadních-bezpečnostních-pasu/obrazek/9>

#### **7.3.4. Hlavový airbag pro cestující vzadu při nárazu zezadu**

Minimalizuje možnost úrazu hlavy a snižuje závažnost poranění při nárazu zezadu. Airbag se v případě zadní kolize rozvine z čalounění střechy nad zadním oknem, a vytvoří tak ochrannou bariéru ve tvaru záclony. Společně s opěrkami hlavy pak tento airbag minimalizuje riziko nárazu do hlavy vnějším vozidlem nebo částmi zasaženého vozu, a tak pomáhá snížit závažnost poranění cestujících. Na obr. 18 je tento typ airbagu zobrazen.[15]

Obr. 18 - Hlavoví airbag při nárazu zezadu



Zdroj: <http://www.autoforum.cz/zivot-ridice/toyota-iq-airbag/obrazek/0>

### 7.3.5. Mezipasažerový airbag

Při nárazu z boku napomáhá zmírnit poranění způsobená vzájemným střetem cestujících, popřípadě nárazem pasažerů do konzole. Fungují podobně jako boční airbasy. Jsou zabudovány do pevné konzole v zadních sedadlech. Příklad je uveden na obr. 19.

Obr. 19 - Mezipasažerový airbag



Zdroj: [http://auto.idnes.cz/foto.aspx?r=automoto&foto1=FDV29b17c\\_airbga.JPG](http://auto.idnes.cz/foto.aspx?r=automoto&foto1=FDV29b17c_airbga.JPG)

### 7.3.6. Čelní airbag

Nová technologie airbagů může výrazně přispět k lepší ochraně cestujících na zadních sedadlech při čelním nárazu. Ochrana čelním airbagem na zadních sedadlech je však velice problematická, protože na zadních sedadlech sedí cestující různých věkových kategorií a vzrůstu. Zároveň dochází k proměnlivé vzdálenosti předního sedadla. V současné době jsou v návrhu dvě varianty, které by mohly přijít do výroby koncem roku 2017. [16]

- **Střešní airbag:**

Tento typ airbagu je instalován do stropu nad prostorem zadních sedadel v kombinaci s bezpečnostním pásem vybaveným předpínačem a omezovačem síly. Jeho využití snižuje zatížení těla a to i v malých prostorech, kdy je sedadlo předního spolujezdce v zadní poloze. Princip tohoto airbagu je uveden na obr. 20.

- **Airbag v předním sedadle:**

Tento airbag je umístěn na zadní straně předního sedadla. Jeho unikátní tvar umožňuje maximální účinek v různých polohách předního sedadla. Tento typ je uveden na obr. 20.

Obr. 20 - Střešní airbag (vlevo), Airbag v předním sedadle (vpravo)



Zdroj: <http://safety.trw.com/new-airbag-technologies-help-improve-rear-seat-safety/1203/>

## 8. Bezpečnostní prvky vnitřního prostoru karoserie

### 8.1. Sedadla

Po celou dobu cestování jsou pasažéři v nepřetržitém kontaktu se sedadlem, proto je velice důležité, aby vyhovovala vysokým nárokům na bezpečnost. Sedadlo musí mít pevnou konstrukci a materiál, kterým je sedadlo vyplněno, musí dostatečně absorbovat energii při nárazu vozidla. [17]

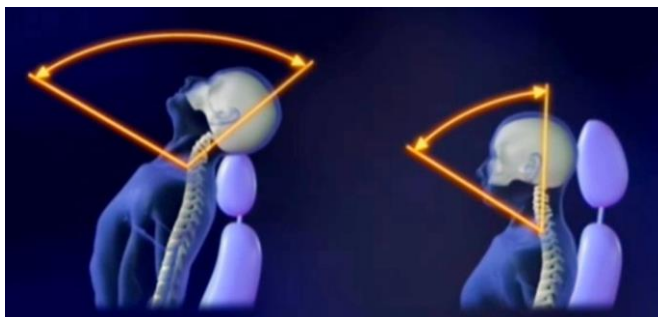
Měkčí středy sedáku a opěráku umožňují nepatrné zaboření těla cestujícího, zatímco tuhé speciálně tvarované okraje sedadla vymezují bezpečnou polohu pasažéra. Při čelním nárazu tak sedadlo zabraňuje podklouznutí těla pasažéra pod bezpečnostním pásem směrem dopředu.[17]

## 8.2. Opěrky hlavy

V dnešní době je již většina automobilů vybavena hlavovými opěrkami. Jedná se o velice důležitý prvek pasivní bezpečnosti, i když si to většina lidí moc neuvědomuje. Hlavním účelem hlavových opěrek je snížit riziko závažného poranění krku, krční páteře nebo míchy. 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.

Nejdůležitější pro funkci opěrky je její správné seřízení. V minulosti doporučovaná poloha, kdy byl styčný bod hlavy s opěrkou ve výšce těžiště hlavy, se dnes změnila na bod ve výšce horní části hlavy, tedy cca o 7 cm výše. Při čelním i zadním nárazu se připoutaný cestující vlivem prodloužení pásu a pohybu karoserie vrací do sedadla po vyšší trajektorii, než se pohyboval vpřed a hlava naráží na horní hranu opěrky a to je nežádoucí. Opěrka by neměla bránit volnému pohybu za jízdy, ale mezi hlavou a opěrkou by měla být co nejmenší vzdálenost. [17]

Obr. 21 - Porovnání nastavení opěrky hlavy



Zdroj: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/domaci/1033433-autonehoda-dopadla-bez-zraneni-pozor-na-operkovy-syndrom>

### **Opěrky hlav mohou být konstruovány třemi způsoby:**

- Integrovaná – je tvořena horní částí opěradla sedadla
- Oddělitelná – je upevněna na opěradle a lze ji snadno oddělit
- Samostatná – je zcela nebo částečně upevněna mimo opěradlo nebo sedadlo

## 8.3. Zasklení karoserie

Klasické sklo se při nárazu tříští na velké kusy s ostrými hranami. Velké stěpy skla by mohly lehce ohrozit člověka, a proto se v automobilovém průmyslu používají speciální bezpečnostní skla. [17]

Na boční skla automobilů se většinou používají skla tvrzená. Jsou výrazně pevnější a snesou několikanásobně větší náraz než klasické sklo. Při výrobě se



okenní tabule zahřeje na teplotu blízkou tání skla, následně se rovnoměrně zchladí proudem studeného vzduchu. Tím způsobem je povrchové vrstvě materiálu vytvořeno vnitřní napětí, které zajišťuje jeho pevnost. Po zakalení je až pětkrát pevnější než klasické sklo. Tvrzené sklo se tříští na malé kousky s tupými hranami.

Pro čelní okna automobilu se používá lepené sklo. Je složeno ze dvou skleněných vrstev, které spojuje polyvinylbutyralová folie. Tato folie je bezbarvá, průhledná a nepropouští UV záření a zaručuje vyšší tuhost čelního skla. Při destrukci okenní výplně slouží mezivrstva jako pružný nosič, na kterém zůstane většina rozbitého skla přilepena, a eliminuje tak případné zranění pasažérů vozidla. Čelní sklo prochází také procedurou kalení, tedy stejně jako sklo boční se tříští na malé kousky s tupými hranami. [17]

#### **8.4. Opatření proti vznícení karoserie**

Protipožární opatření moderních osobních automobilů jsou na vysoké úrovni. Palivová nádrž nesmí být součástí deformační zóny. Z tohoto důvodu je umísťována pod zadní sedadla před zadní nápravou. Nádrž musí být opatřena zpětným ventilem a čidlem, které v případě nárazu odpojí podávací čerpadlo. V případě umístění akumulátoru v prostoru pro cestující dochází při aktivaci airbagů k přerušení silového vedení automobilu pomocí pyrotechnické náložky napojené na řídicí jednotku airbagů. Nízkoodběrové systémy zůstávají pod napětím. Pro zvýšení protipožární ochrany je čalouněný interiér vozidla vyráběn z nehořlavého materiálu. [17]

### **9. Dětské figuríny**

Tento druh figurín byl a stále je důležitou součástí ve vývoji ochranných opatření pro děti ve vozidle. Samotné figuríny jsou děleny podle věku. Cílem jejich využití je zjistit vliv prvků pasivní bezpečnosti a vybavení interiéru na dětské pasažéry zejména při čelním a bočním nárazu.

#### **P-série**

Vývoj této série figurín začal na přelomu 70. a 80 let. P-série je řada dětských figurín zastupující dětskou populaci ve věku šesti týdnů P0, 9 měsíců P<sup>3</sup>/<sub>4</sub>, 18 měsíců P1,5, tří let P3, 6 let P6 a 10 let P10. P-figuríny ('P' z Pinocchio), první evropské dětské figuríny, byly schváleny v roce 1981, kdy v platnost vstoupil předpis EHK-OSN 44. Později byly figuríny upravovány dle standardů Euro NCAP. Přestože měly tyto figuríny jednoduchý design a omezené množství měření, daly nám významný příspěvek k ochraně dětí v automobilech. Nové poznatky v oblasti biomechaniky vztahující se k dětem a vývoj zádržných systému vedly ke snížení vhodnosti

používání těchto figurín, a proto se výzkum zaměřil na vývoj nové série dětských figurín, které měly přinést zlepšení biofidelity, propracovanější měřicí zařízení a jejich možné využití pro různé druhy nárazů.

## Q-série

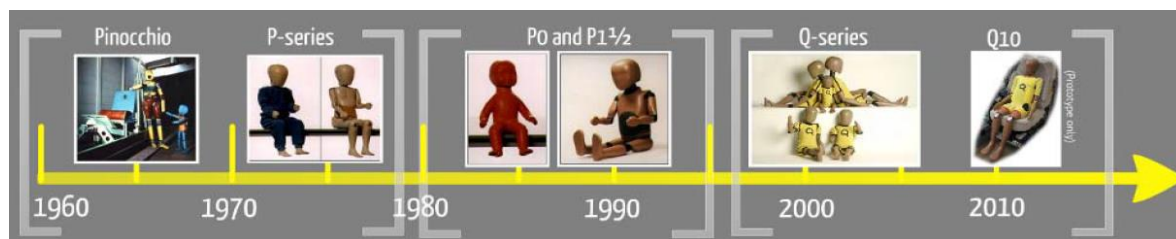
V roce 1993 byla vytvořena mezinárodní společnost CDWG, která měla za úkol vytvořit Q-sérii dětských figurín jakožto nástupce P-série. Tato společnost se skládala z výzkumných institucí, CRS, výrobců figurín a OEM. Stanovila antropometrii, biofidelitu, schopnost měření a použití pro novou generaci figurín. Pod jejím dohledem začal vývoj první Q-figuríny (Q3).

Q-figuríny byly vyvinuty společností TNO v CRESTu a CHILD EC výzkumných projektech v následujícím pořadí: Q3 (1998), Q6 (1999), Q1 (2000), Q0 a Q1.5 (2003). Q10 byla vyvinuta jako poslední (2010) v EC projektu zvaném EPOCH (Enabling Protection of Older Children).

Po vývoji Q1.5 byly všechny Q figuríny rozsáhle ověřeny a ohodnoceny v testovacích programech, které vedly k designovým vylepšením. V dubnu 2004 byly designy aktualizovány téměř u všech doposud používaných Q-figurín.

Série figurín Q byla využívána při nárazových zkouškách od února 2013, kdy došlo ke změně směrnic EuroNCAP. Pro nárazové testy se používaly figurína Q3 a Q1 ½. K další změně došlo v lednu 2016, kdy byly tyto figuríny nahrazeny figurínami Q6 a Q10.

Obr. 22 - Časová osa vývoje dětských figurín



Zdroj: <http://www.crash-meeting.com/resources/ADAC+Euro+NCAP+humanetics+2015.pdf>

## Srovnání Q-figurín a P-figurín

- Design Q-figurín má pevně položený vědecký základ pro antropometrické požadavky, zatímco pro P-figuríny je založen na odhadech vytvořených v 70. letech.

Nové antropometrické poznatky jsou: rozložení hmotnosti, vnitřní a vnější rozměry, kloubové spoje s několika stupni volnosti

- Design Q-figurín má pevně položený vědecký základ pro designové cíle biofidelitů, zatímco P-figuríny nemají žádné reference biofidelitů.

Novými položkami biofidelitů jsou: výkon nárazu hlavy, ztuhlost krku, výkon silového zrychlení hrudníku a ztuhlost břicha

- Q-figuríny jsou schopny měřit data vyžadované předpisem EHK 44, zrychlení hlavy ve směru osy X a Z, hrudníkové zrychlení. Pro měření proniknutí pásu v oblasti břicha je použit siloměr nebo úhlový snímač rychlosti v oblasti pánve.
- Q-figuríny disponují schopnostmi dodatečného měření, které umožňuje vyhodnocení zranění na důležitých kritériích zranění pro hlavu, krk a hrudník.

Q-figuríny jsou podstatně pokročilejší než P-figuríny, které byly představeny v 70. letech. Staré figuríny byly navrženy, aby sloužily jako měřicí zařízení s odpovídajícími rozměry a rozložením hmoty, avšak možnosti měření byly značně omezeny. Q-figuríny jsou navrženy tak, aby se přibližovaly co nejvíce lidskému chování v CRS při nárazových zkouškách s požadavky na antropometrii, kinematiku, biomechaniku a aby usnadnily vyhodnocení rizika zranění v kritických oblastech těla. Nové figuríny s sebou přinesly velký krok vpřed v oblasti ochrany dětí v automobilech při nárazu.

### 9.1. Dětská figurína Q6

130 cm vysoká a necelých 23 kg vážící figurína zastupuje dítě ve věku 6 let (obr. 18) Používá se pro čelní a boční nárazové zkoušky. Je oblečena do neoprenového obleku a její cena se pohybuje okolo 70 000 EUR.

Obr. 23 - Figurína Q6



Zdroj: [18]

## Hlava

Hlava figuríny je převážně vyrobena z umělé hmoty. Její konstrukce je tvořena ze dvou částí. Přední část tvoří lebka s pokožkou a zadní část tvoří víčko, které umožňuje přístup do dutiny hlavy, ve které jsou umístěny měřicí přístroje.

Snímače:

Standardní:

- tři jednosměrné akcelerometry  $A_x$ ,  $A_y$ ,  $A_z$  umístěné v dutině hlavy

Volitelné:

- tři senzory úhlové rychlosti (ARS-01,ARS-06 nebo DTS-ARS)

## Krk

Krk je flexibilní a umožňuje pohyb ve všech směrech. Hlavní část krku je tvořena gumovým sloupcem, na který jsou připevněny z horní i dolní části kovové dosedací plochy. Shora dosedá sestava krku na týlní siloměr nebo na jeho náhradu. Horní deska má dvě drážky směřované dozadu pro vedení přívodních kabelů ke snímačům. Aby bylo nastaveno správné předpětí krku, vede středem gumového sloupce vysoce pevný vláknový kabel vyrobený ze syntetického materiálu. Zároveň tento kabel funguje jako pojistka při selhání krčního sloupce.

Snímače:

Standardní:

- šesti kanálový snímač měřící síly  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  a momenty  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  v horní části krku (FTSS model IF-217 nebo IF-218)
- šesti kanálový snímač měřící síly  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  a momenty  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  v dolní části krku (FTSS model IF-217 nebo IF-218)

## Hrudník

Hrudník figuríny je složen z kovové hrudní páteře, sestavy pravého a levého ramene, klíční kosti a žeberní struktury. Hrudní koš je vyroben z deformovatelného syntetického kompozitu. Ramena jsou spojena klíční kostí a montována na hrudní koš.

Snímače:

Standardní:

- tři jednosměrné akcelerometry  $A_x$ ,  $A_y$ ,  $A_z$  v horní části páteře
- snímače pro měření hrudní deformace čelní  $D_x$  nebo boční  $D_y$  (FTSS model IF-362)

Volitelné:

- možnost instalace jednosměrných akcelerometrů na plochá místa hrudního koše nebo páteře

### **Bederní páteř a břicho**

Bederní páteř je sestavena z pryžového válce, který je na horní a spodní části osazen kovovým přípravkem. Horní přípravek, do kterého zapadá hrudní páteř, je ve tvaru U (svislé prvky směřující dopředu a dozadu). Pryžovým válcem vede vláknový kabel, který zajišťuje předpětí páteře a zároveň slouží jako pojistka v případě poškození bederní páteře. Ke spodnímu přípravku se montuje měřící zařízení. Břicho je plněno pěnou a potaženo plastickou kůží. Jeho tuhost je určena dle biomechanických údajů zjištěných u dětí.

Snímače:

Standardní:

- šesti kanálový snímač  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  v rozhraní bederní páteře a pánve (FTSS Model IF-217 nebo IF-218)

### **Pánev**

Pánev figuríny je tvořena z jednoho odlitku kovu, který je vsazen do těla plastové pánve. Pánev je z pravé i levé strany opatřena otvory, do kterých zapadají kulové kyčelní klouby nohou.

Snímače:

Standardní:

- tři jednosměrné akcelerometry  $A_x$ ,  $A_y$ ,  $A_z$  na pánevní kosti.

### **Nohy**

Noha je tvořena ze dvou částí a to dolní lýtkové a horní stehenní. Tyto části nohy jsou spojeny kolenním kloubem, který je opatřen omezovačem pohybu a gumovými zarážkami, které jemně snižují v krajních polohách jehlové impulzy měřících snímačů. Na horní části nohy je umístěn kulový kloub, který zapadá do misky pánve.

### **Ruce**

Ruka se skládá z horní a dolní části, které jsou spojeny loketním kloubem. Tento kloub má stejné vlastnosti jako kolenní. K horní části ruky je přimontovaný ramenní kloub, který umožňuje několik stupňů volnosti. Je tvořen kulovým kloubem s omezeným pohybem. Umožňuje pohyb okolo vertikální osy a v bočním směru.

Tab. 1 - Základní rozměry Q6 [18]

Popis vzdálenosti	Rozměr [mm]
Výška posezu (hlava lehce předkloněna)	601 ± 9
Výška ramen (vsedě)	362 ± 7
Hloubka hrudního koše	1143 ± 9
Vzrůst	141 ± 5
Šířka ramen	305 ± 9
Šířka kyčlí	223 ± 7
Vzdálenost opěradla a kolene	366 ± 9

Tab. 2 - Hmotnostní rozložení Q6 [18]

Část těla	Hmotnost [kg]
Hlava + krk	3,94 ± 0,1
Trup	9,07 ± 0,4
Dolní končetiny	6,9 ± 0,1
Horní končetiny	2,49 ± 0,1
Oblek	0,55 ± 0,1
celkem	22,9 ± 0,4

## 9.2. Dětská figurína Q10

Tato figurína představuje dítě ve věku 10 let (obr. 18). Je oblečena do přilnavého neoprenového obleku rozepínajícího se v úrovni břicha. Využívá se pro čelní a boční nárazové zkoušky. V následující části bude uvedeno, k jakým změnám došlo u této figuríny.

Obr. 24 - Figurína Q10



Zdroj: [19]

## **Hlava a krk**

Na hlavě byly vytvořeny nové důlky pro přesnější určování polohy figurín, dále byla zvětšena celková tuhost hlavy a přidán senzor náklonu. U krku nebyly provedeny žádné zásadní změny, jen byl přidán zvedací popruh pro manipulaci s figurínou a došlo k přeorientování některých podložek.

## **Hrudník a ramenní kloub**

Deformace hrudního koše je měřena pomocí dvou IR-TRACC 2D senzorů umístěných v horní a dolní části hrudního koše. Měřiče zrychlení mohou být montovány v hrudní páteři a na hrudní koš. Navíc hrudní páteř umožňuje jednodušší použití senzoru úhlové rychlosti a senzoru náklonu. Došlo také k vyztužení a horizontálnímu posunutí ramenního kloubu z důvodu vysokého zatížení od pásu.

## **Břicho a bederní páteř**

Na zadní straně břicha byly rovnoměrně vytvořeny odvětrávací otvory pro rychlejší odvod vzduchu. Dva v horní části, dva ve střední části a dva ve spodní části. V oblasti bederní páteře došlo jen k malým úpravám (změna šroubů).

## **Pánev**

Vzhled pánve figuríny Q10 se značně odlišuje od vzhledu pánve ostatních Q-figurín. Je spíše podobný páni figuríny WorldSID. Pánev se skládá z pravé a levé destičky, které zobrazuje kyčelní kost, a sestavy komponentů, které vyplňují prostor mezi nimi. V této sestavě jsou umístěny akcelerometry, senzory úhlové rychlosti, senzory náklonu a DAS. Těmito konstrukčními úpravami a použitím některých wolframových částí došlo k zvýšení její celkové hmotnosti zhruba o 1 kg. U této figuríny je možnost nastavování kyčelního kloubu.

## **Horní končetiny**

V důsledku nárazu spodní části ruky na přední sedadlo docházelo ke zkreslování naměřených hodnot, proto byla loketní kost ve spodní části zaoblena. Další úprava zahrnuje možnost zafixování ramenního kloubu k udržení 1g a přidání třecích šroubů na loketní kloub z obou stran, což vyvažuje zatížení. Celá končetina byla vytvořena z tužšího materiálu a na zápěstí byly pro lepší orientaci vytvořeny důlky. Pro boční náraz je používána paže bez předloktí.

## Dolní končetiny

Stejně jako horní jsou i dolní končetiny vyrobeny z tvrdšího odolnějšího materiálu a opatřeny důlky pro lepší orientaci. Došlo k prodloužení lýtkové kosti ukončené hliníkovým kloboučkem. V horní části stehenní kosti byl vytvořen zachycovač zamezující pohyby gumové hmoty po stehenní kosti. K dalším drobným úpravám došlo v kolenním kloubu, jako je přidání šroubu s kombinovaným třením a proti třecí podložka.

Tab. 3 - Základní rozměry Q10 [19]

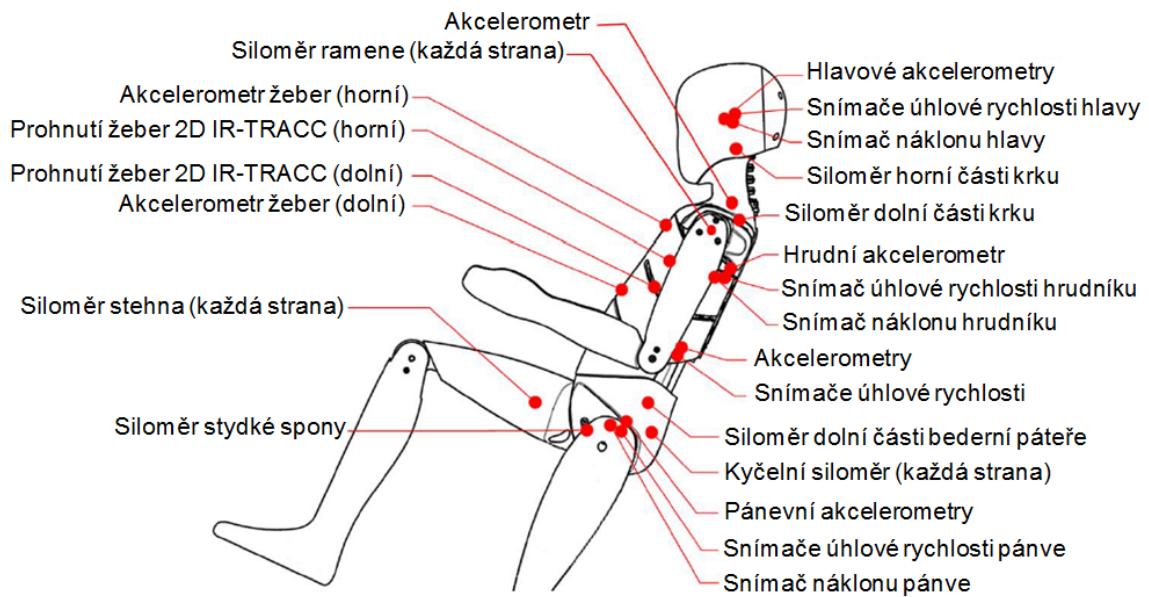
Popis vzdálenosti	Rozměr [mm]
Výška posezu (hlava lehce předkloněna 27°)	733,7 ± 9
Výška ramen (vsedě)	472,6 ± 6
Vzrůst	1447,8 ± 5
Obvod hlavy	534 ± 6
Šířka hlavy	144 ± 3
Hloubka hlavy	186,5 ± 3
Šířka ramen	334,8 ± 6
Šířka hrudě	623,6 ± 6
Hloubka hrudního koše	171 ± 3
Paže	291,6 ± 3
Vzdálenost loket - dlaň	376,2 ± 6
Šířka kyčlí	271,5 ± 6
Vzdálenost zadní strany hýždě - koleno (vsedě)	414,9 ± 6
Vzdálenost koleno - chodidlo	451 ± 6
Chodidlo	220 ± 3
Šířka chodidla	86 ± 3

Tab. 4 - Hmotnostní rozložení Q10 [19]

Část těla	Hmotnost [kg]
Hlava + krk	4,19 ± 0,1
Hrudník	4,482 ± 0,2
Pánev + Břicho + Bederní páteř	9,798 ± 0,3
Paže (každá)	1,09 ± 0,05
Předloktí a dlaň (každé)	0,9 ± 0,05
Stehno (každé)	3,71 ± 0,1
Lýtka + (každé)	2,53 ± 0,12
Oblek	0,63 ± 0,1
celkem	35,56 ± 0,6



Obr. 25 - Rozmístění snímačů v těle figuríny Q10



Zdroj: [19]

## 10. Euro NCAP

Cílem Euro NCAP je nezávislé hodnocení pasivní bezpečnosti automobilů, jehož výsledkem je přidělení určitého množství hvězdiček, které se pohybuje od 0 (nevyhovující) do 5 (bezpečné). Pro testy se vybírají zcela náhodně a anonymně vozidla ze sériové výroby, aby se zamezilo případným pochybnostem. Celý test se skládá ze čtyř základních kategorií: bezpečnost dospělých cestujících, bezpečnost dětských cestujících, bezpečnost chodců, asistenční systémy. Každá kategorie má přesně stanovený počet bodů. Celková známka (body) se stanovuje z váženého průměru těchto kategorií. Váha kategorie zohledňuje důležitost dané oblasti pro bezpečnost celého automobilu. Celková známka (body) se dle stanoveného klíče převádí na počet hvězd. Nedosahuje-li známka dané kategorie minimální hranice, může být celková známka snížena.

### 10.1. Bezpečnost dětských cestujících

#### Ochrana dětských pasažérů při čelním a bočním nárazu

Výrobci vozidel jsou povinni informovat uživatele vozidla o vhodnosti použití dětského zádržného systém. Úkolem Euro NCAP je zjistit, jakou ochranu tyto zádržné systémy poskytují. Výchozím zdrojem pro dynamické hodnocení ochrany dětí jsou data získané ze dvou zkušebních figurín při čelním a bočním nárazu. Od začátku byly testovány figuríny představující 1½ a 3 roky staré děti, které byly usazeny v dětských sedačkách doporučených výrobcem na zadních sedadlech. V lednu 2016 došlo ke změně testovacích protokolů, a pro zkoušky se začaly

používat figuríny zastupující dítě ve věku 10 a 6 let. Výsledkem těchto testů je bodové hodnocení, které závisí na porovnání naměřených hodnot s hodnotami limitními, které jsou stanoveny.[20]

## **Schopnost vozidla pojmout dětské zádržné systémy různých velikostí a provedení**

Všechny dětské zádržné systémy musí projít procesem zkoušek a testování, než mohou být uvedeny na trh. Nejnovější evropská norma související s dětskými zádržnými systémy je známá jako i-Size. Tento systém využívá ke spojení karoserie s dětskou sedačkou propojovací systém známý jako ISOFIX. Euro NCAP podporuje využití i-Size sedaček k sezení ve vozidle spolu s ostatními funkcemi vozidel, které zvyšují bezpečnou přepravu dětí. V této kategorii je vozidlo bodově obměněno za poskytování důležitých informací a funkcí jako je ISOFIX ukotvení na různých místech k sezení, předpínače pásů, i-Size označení, možnost vypnutí airbagu na předním sedadle, integrované dětské sedačky atd. [20]

## **Ověření správného uchycení dětských zádržných systémů**

Špatnou instalací dětského zádržného systému do automobilu může výrazně klesat jeho účinnost. Každý výrobce by měl uvádět jaký druh CRS může být instalován na příslušné sedadlo. Cílem této zkoušky je ohodnotit bezproblémovost instalace CRS. Dochází k ověřování dostatečné délky bezpečnostních pásů, umístění přezky, ISOFIX ukotvení, dostatečné stability a možnosti využití CRS proti směru jízdy. [20]

*Tab. 5 - Bodové hodnocení ochrany dětí dle protokolu v 7.0.1.*

<b>Kategorie</b>	<b>Celkem (49)</b>
<b>Dynamické hodnocení</b>	<b>(24)</b>
Čelní náraz	16
Boční náraz	8
<b>Hodnocení zádržných systémů a značení</b>	<b>(13)</b>
Gabarit instalace na všech sedadlech pro cestující	2
i-Size a Top Tether značení	3
Dva nebo více ISO / R3 pozic	1
Airbag spolujezdce, varovné značení a deaktivace	4 nebo 2
Integrovaný CRS	3
<b>Montáž dětských zádržných systémů</b>	<b>(12)</b>
Univerzální sedačky	4
ISOFIX sedadla	2
i-Size sedadla	4
Doporučená sedadla	2

## 11. Statistiky

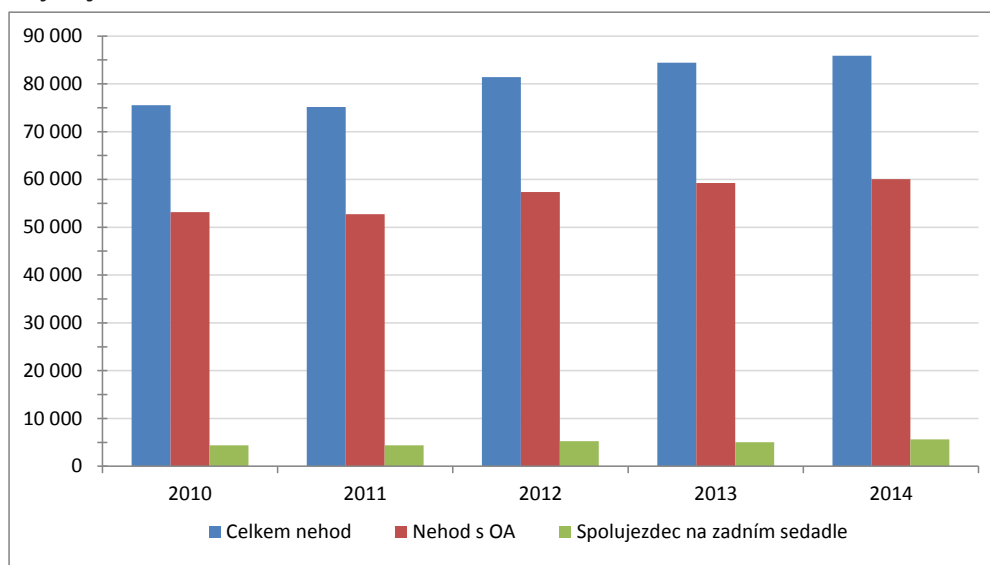
V této kapitole jsou zpracovány statistiky vztahující se především k prostoru zadních sedadel vycházejících z dat získaných v databázi nehodovosti policie České republiky od roku 2010 až do roku 2014.

V tab. 6 je uveden celkový počet dopravních nehod, nehod s účastí osobního automobilu a nehod s účastníky na zadním sedadle. Tyto hodnoty jsou pro lepší představivost znázorněny i graficky.

Tab. 6 - Vývoj nehodovosti

	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Celkem nehod</b>	75 522	75 137	81 404	84 398	85 859
<b>Nehod s OA</b>	53 179	52 733	57 361	59 278	60 042
<b>Spolujezdec na zadním sedadle</b>	4 373	4 380	5 249	5 047	5 603

Graf 1 - Vývoj nehodovosti



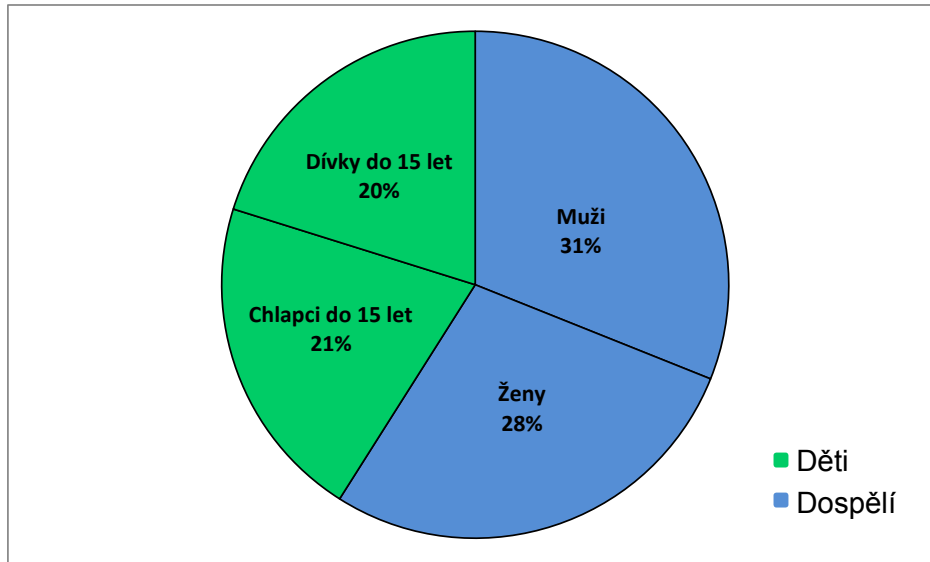
Z grafu č. 1 vyplývá, že počet dopravních nehod každým rokem přibývá. Zhruba 70% dopravních nehod je s účastí osobního automobilu a z toho každá 12 je s cestujícím na zadním sedadle. Osa X znázorňuje jednotlivé roky a osa Y počet dopravních nehod.

V tab. 7 jsou cestující na zadních sedadlech rozděleni do čtyř kategorií (muži, ženy, chlapci do 15 let a dívky do 15 let). Následně je vyčísleno zastoupení jednotlivých kategorií při dopravní nehodě.

Tab. 7 - Zastoupení jednotlivých kategorií pasažérů

	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Muži</b>	2 557	2 660	2 769	2 786	2 863
<b>Ženy</b>	2 300	2 272	2 541	2 544	2 602
<b>Chlapci do 15 let</b>	1 401	1 607	1 922	2 051	2 170
<b>Dívky do 15 let</b>	1 433	1 547	1 784	1 952	2 140
<b>celkem</b>	7 691	8 086	9 016	9 333	9 775

Graf 2 - Zastoupení jednotlivých kategorií pasažérů



Graf č. 2. znázorňuje průměrné zastoupení jednotlivých kategorií účastníků nehod na zadních sedadlech. V 59% dopravních nehod je účastníkem dospělá osoba (nad 15 let) a ve zbylých 41% dítě ve věku do 15 let.

V tab. 8, 9 jsou uvedeny následky dopravní nehody. Počet usmrcených, těžce a lehce zraněných v závislosti na využití bezpečnostního pásu a dětské sedačky. Na základě těchto údajů byly sestaveny grafy 3,4, které znázorňují využití a nevyužití těchto prvků pasivní bezpečnosti.

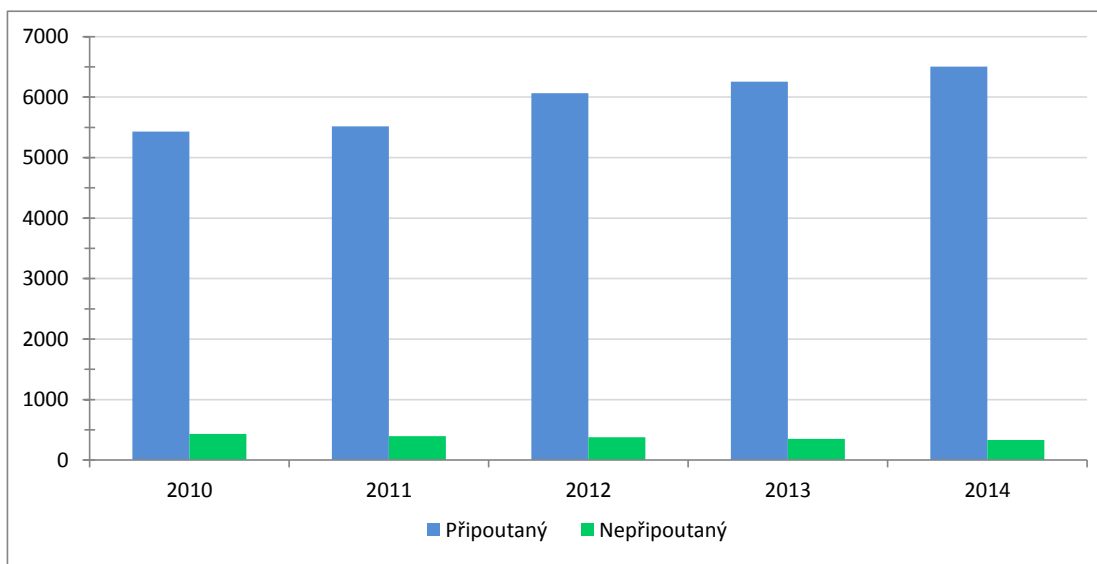
Do statistik se započítává jako usmrcený při nehodě ten, kdo skoná na místě nebo ten, kdo zemře do 24 hodin po nehodě. Pojem „Těžké zranění“ není v trestním zákoně definován. V lékařské zprávě tomuto odpovídá pojem „Těžká újma na zdraví“, který je definován § 122 odst. 2 trestního zákoníku jako: „Vážná porucha zdraví nebo vážné onemocnění spočívající v některé z následujících eventualit: zmražení, zohydění, ztráta nebo podstatné snížení pracovní způsobilosti, atd.“ [21]

Tab. 8 - Využití bezpečnostního pásu

	2010		2011		2012		2013		2014	
<b>Poměr připoutaný/nepřipoutaný</b>	5 429 / 433		5 518 / 397		6 066 / 380		6 254 / 353		6 504 / 331	
<b>Usmrcení</b>	16	16	25	18	13	16	9	16	16	11
<b>Těžké zranění</b>	115	51	138	53	119	52	102	50	93	42
<b>Lehké zranění</b>	1 329	208	1 283	177	1 398	183	1 325	152	1 378	144
<b>Bez zranění</b>	3 969	158	4 072	149	4 536	129	4 818	135	5 017	134

Při využití bezpečnostního pásu je zhruba 98% pravděpodobnost následku dopravní nehody pouze s lehkých, nebo žádným zraněním a necelé 2% s těžkým zraněním. Z toho vyplývá, že při využití bezpečnostních pásů výrazně klesá riziko usmrcení. V případě, kdy bezpečnostní pás nepoužijeme, vzrůstá riziko zranění nebo dokonce smrti na 63%.

Graf 3 - Využití bezpečnostního pásu



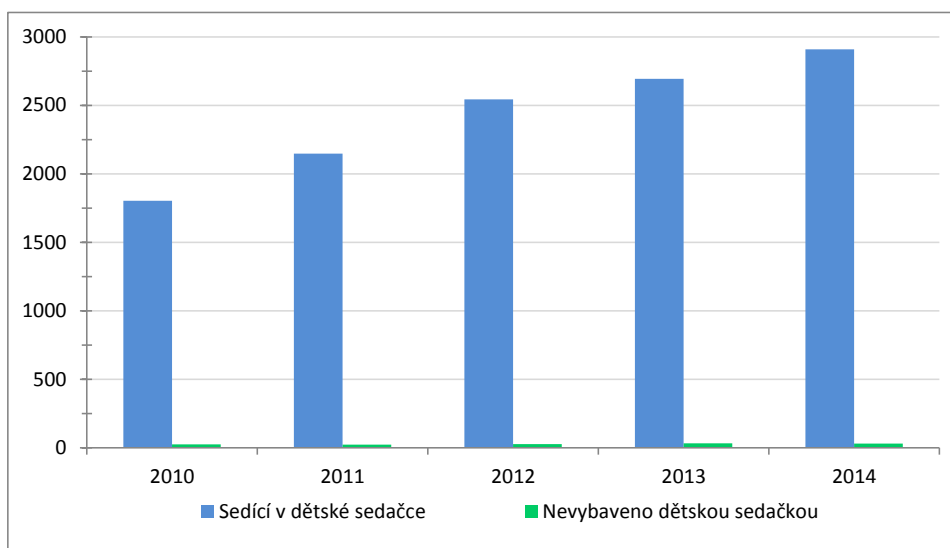
Graf č. 3 je věnován statistice používání bezpečnostního pásu na zadním sedadle. V grafu vidíme, že počet připoutaných osob na zadních sedadlech jednoznačně převyšuje počet nepřipoutaných. Dále vidíme, že každým rokem procento nepřipoutaných osob klesá, přesto se stále najdou případy, kdy není bezpečnostní pás použit. Na ose X jsou zastoupeny jednotlivé roky a osa Y ukazuje počet dopravních nehod.

Tab. 9 - Využití dětské sedačky

	2010		2011		2012		2013		2014	
<b>Poměr s dětskou sedačkou/ bez dětské sedačky</b>	1803	26	2148	23	2543	27	2694	32	2909	31
<b>Usmrcení</b>	5	1	1	0	3	0	1	0	2	0
<b>Těžké zranění</b>	14	1	17	2	16	2	15	0	15	0
<b>Lehké zranění</b>	397	9	440	8	485	8	475	14	538	17
<b>Bez zranění</b>	1387	15	1690	13	2039	17	2203	18	2354	14

Jak lze vidět v tab. 9 každý rok bohužel došlo alespoň k jednomu úmrtí dítěte sedícího v dětské sedačce. Přesto dětské sedačky hrají klíčovou roli v ochraně dětí a jejich správným použitím snižujeme riziko těžkého zranění nebo usmrcení skoro na minimum.

Graf 4 - Využití dětské sedačky



Z grafu č. 4 vyplývá, že v drtivé většině případů je při přepravě dětí na zadním sedadle instalována dětská sedačka. Osa X ukazuje jednotlivé roky a osa Y počet dopravních nehod.

## Nejčastější typy zranění posádky sedících na zadních sedlech

Rozsah zranění cestujících na zadních sedadlech je zpravidla menší než řidiče a spolujezdce na předním sedadle.

Mezi nejčastější patří zranění:

- Obličeje
- Hrudníku
- Břicha
- Pánve
- Kolen
- Stehenní kosti
- Nártu

Při čelním nárazu cestující na zadních sedadlech narážejí do relativně měkkých opěradel předních sedadel. V případě, že cestující na zadním sedadle není připoután bezpečnostním pásem, může hlavou narazit do opěrky hlavy na sedadle před sebou, a tím bohužel přispívá k poranění nebo i usmrcení cestujícího před sebou a zároveň si sám způsobí těžké poranění obličeje nebo hlavy.[6]

Při bočním nárazu může dojít ke kontaktu hlavy a hrudníku se sklem nebo částmi zadních dveří. V případě šikmého nárazu může dojít ke kontaktu hlavy s interiérem vozidla. Poranění nártů vzniká vlivem podsunutí chodidel pod přední sedadla. A při čelním nárazu dochází ke zvednutí zádě vozidla a cestující jsou vymrštěni směrem vpřed a vzhůru, čímž dochází ke kontaktu nártů se spodní konstrukcí sedáku předního sedadla. [6]

Cestující na prostředním sedadle, který není připoután bezpečnostním pásem, je většinou vymrštěn do přední části vozidla. Zranění tohoto cestujícího bývají srovnatelná se zraněním řidiče nebo cestujícího na předním sedadle. [6]

## 12. Metodika

Z důvodu častého spojování zadních sedadel s přepravou dětí a změnou zkušebního protokolu Euro NCAPu vztahující se k ochraně dětí jsem se rozhodl měření praktické části věnovat porovnání vlivu některých prvků pasivní bezpečnosti na ochranu dětských cestujících. A to zejména 6 letého a 10 letého dítěte.

Na základě vyhodnocení statistik, ze kterých vyplývá, že použití bezpečnostního pásu i na zadních sedadlech hraje hlavní roli a použití jej by mělo být automatické, jsem zvolil zkoušky, kde byl bezpečnostní pás zapnut a proměnou bylo použití bočního airbagu, uchycení dětské sedačky a samotný typ dětské sedačky.

Celkem bylo provedeno 5 nárazových zkoušek za různých konfigurací (2 čelní s částečným překrytím a 3 boční). Oba typy zkoušek byly prováděny dle předpisu, který stanovuje Euro NCAP. Při čelním nárazu byl u figuríny Q6 porovnáván vliv typu sedačky na ochranu dítěte sedícího v ní a u figuríny Q10 byl porovnáván vliv uchycení podsedačky. Při bočním nárazu se věnovala pozornost hlavně figuríně Q10, neboť byla umístěna na straně, ze které přicházel náraz. Zde se sledovalo jaký vliv má na ochranu boční airbag a jak velký vliv má uchycení podsedačky. U figuríny Q6 byly u čelního nárazu porovnávány dva typy sedačky.

Aby bylo možné hodnotit vliv prvků pasivní bezpečnosti, byla pro tento účel sledována biomechanická kritéria poranění. V našem případě bylo sledováno kritérium poranění hlavy, kritérium poranění krku a kritérium poranění hrudníku. Cílem tohoto sledování bylo porovnání kritérií s limitními hodnotami a následně porovnání hodnot mezi sebou. Pro představitivost byla pro čelní i boční náraz vyhodnocena zkouška s figurínami Q1,5 a Q3, které se do konce roku 2015 běžně používaly.

Všechny nárazové zkoušky byly prováděny a hodnoceny ve spolupráci se společností Škoda Auto. Z důvodu určitého stupně utajení nemůžou být zveřejněny podrobnější informace o prováděných zkouškách, než jsou uvedeny na dalších stránkách.

### Počáteční podmínky

- a) Nárazové zkoušky automobilem kategorie M1
- b) Prováděné zkoušky: Částečný čelní náraz, Boční náraz
- c) Figuríny: Q6 (šestileté dítě), Q10 (desetileté dítě)
- d) Usazení figurín:
  - Q6 usazena v dětské sedačce pro 6 leté dítě nebo dítě s postavou 125 cm
  - Q10 usazena na podsedačk
- e) Místo provádění zkoušek: Polygon Škoda Auto, a. s. v Úhelnicí



## **Klimatické podmínky**

- Teplota ve zkušebně: 20,8 °C
- Vlhkost ve zkušebně: 45,9 %
- Atmosférický tlak: 99,0 kPa

## **Vysokorychlostní záznam**

- Kamera Redlake HG-100K, 1504x1124 pixelů, snímání až 100 000 snímků/s
- Kamera Redlake HG-TH , 752x564 pixelů, snímání až 100 000 snímků/s
- Kamera IDT NX4-S2, 1024x1024 pixelů, snímání 2000 snímků/s

Na každou zkoušku byl použit minimální počet záběrů předepsaný Euro NCAPem

## **Figurína Q10**

- Hmotnost: 35,9 kg
- Výška: 1,44 m
- Oblek: neoprenový rozepínající se v úrovni břicha (010-8000)

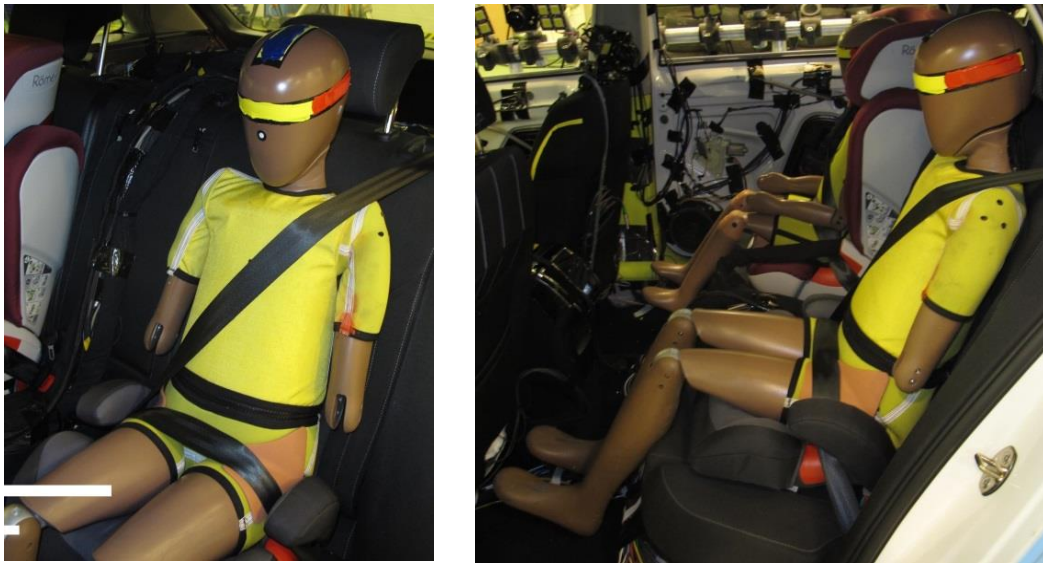
Snímané veličiny:

- Hlava: akcelerace ( $A_x$ ,  $A_y$ ,  $A_z$ )
- Krk: síly ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ), moment ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ )
- Hrud: akcelerace ( $A_x$ ,  $A_y$ ,  $A_z$ ), stlačení
- Bederní páteř: síly ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ), moment ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ )
- Pánevní: akcelerace ( $A_x$ ,  $A_y$ ,  $A_z$ )

Snímače:

- Hlava: 3x jednoosý akcelerometr, Endevco 7264C, piezorezistivní, rozsah 2000 g, 3 kanály
- Krk: 2x šestiosý siloměr, Kistler M5564A, rozsah 80...150 kN 150...240 Nm, 6 kanálů
- Hrud: 3x jednoosý akcelerometr, Endevco 7264C, piezorezistivní, rozsah 2000 g, 3 kanály; 2x snímač deformace hrudníku IR-TRACC 2D, 4 kanály
- Bederní páteř: šestiosý siloměr, Kistler M5564A, rozsah 13,3...17,8 kN 240...450 Nm, 6 kanálů
- Pánevní: 3x jednoosý akcelerometr, Endevco 7264C, piezorezistivní, rozsah 2000 g, 3 kanály

Obr. 26 - Usazení figuríny Q10 boční náraz



Zdroj: Škoda Auto

### Figurína Q6

- Hmotnost: 22,9 kg
- Výška: 1,14 m
- Oblek: neoprenový v celku (033-800)

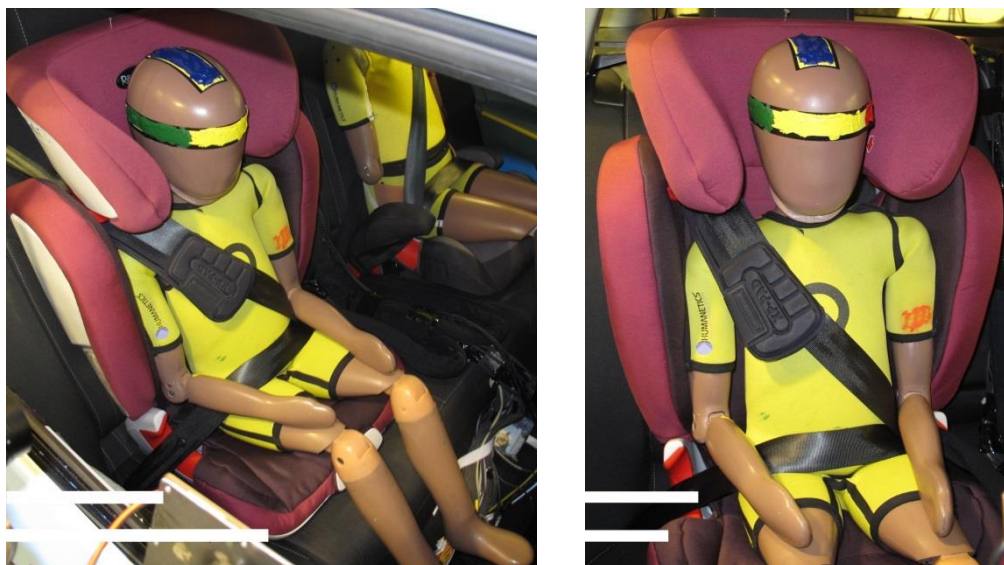
Snímané veličiny:

- Hlava: akcelerace ( $A_x$ ,  $A_y$ ,  $A_z$ )
- Krk: síly ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ), moment ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ )
- Hrud: akcelerace ( $A_x$ ,  $A_y$ ,  $A_z$ ), stlačení

Snímače

- Hlava: 3x jednoosý akcelerometr, Entran EGASS001U, piezorezistivní, rozsah 1000 g, 3 kanály
- Krk: 2x šestiosý siloměr, Kistler M5563A, rozsah 5... 6 kN 80... 150 Nm, 6 kanálů
- Hrud: 3x jednoosý akcelerometr, Entran EGASS001U, piezorezistivní, rozsah 1000 g, 3 kanály; 1x snímač deformace hrudníku IR-TRACC, 1 kanál

Obr. 27 - Usazení figuríny Q6 boční náraz



Zdroj: Škoda Auto

Tab. 10 znázorňuje přítomnost jednotlivých prvků pasivní bezpečnosti pro všechny nárazové zkoušky. Detailnější rozpis jednotlivých konfigurací zkoušek je zapsán v příloze 1-7.

Tab. 10 - Konfigurace jednotlivých zkoušek

	Zkouška č.	Figurína	DS	BP	PP	ISOFIX	HA	BA
ČELNÍ NÁRAZ	Z1Q1,5S0	Q1,5	Skupiny 0			x		
	Z1Q3S1	Q3	Skupiny 1	x	x	x		
	Z2Q6S2AX1	Q6	Skupiny 2 (AX1)	x	x			
	Z2Q10S3	Q10	Skupiny 3	x	x			
	Z3Q6S2AX2	Q6	Skupiny 2 (AX2)	x	x			
	Z3Q10S3IF	Q10	Skupiny 3	x	x	x		
BOČNÍ NÁRAZ	Z4Q1,5S0	Q1,5	Skupiny 0			x	x	x
	Z4Q3S1	Q3	Skupiny 1	x	x	x		
	Z5Q6S2AX2	Q6	Skupiny 2 (AX2)	x	x			
	Z5Q10S3IF	Q10	Skupiny 3	x	x	x	x	
	Z6Q6S2AX1	Q6	Skupiny 2 (AX1)	x	x			
	Z6Q10S3	Q10	Skupiny 3	x	x		x	
	Z7Q6S2AX2	Q6	Skupiny 2 (AX2)	x	x			
	Z7Q10S3IFBA	Q10	Skupiny 3	x	x	x	x	x

*DS-dětská sedačka, BP-bezpečnostní pás, PP-předpínač pásu, ISOFIX-uchycení systémem ISOFIX, HA-hlavový airbag, BA-boční airbag*

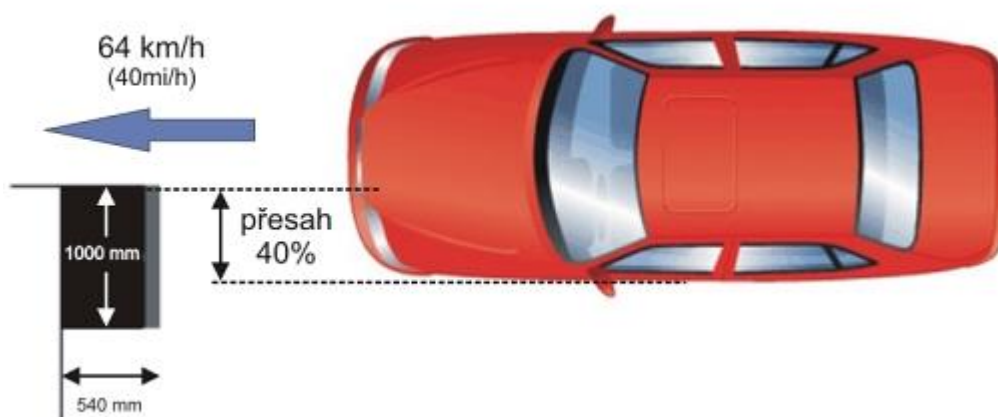
## Částečný čelní náraz

Částečný čelní náraz (anglicky Offset-Deformable Barrier) do deformovatelné bariéry reprezentuje nejčastější typ střetu automobilu, který má často tragické následky. V reálném provozu by tento náraz odpovídal částečnému střetu dvou protijedoucích automobilů o stejné hmotnosti, z nichž každý jede rychlostí 50 km/hod. Ve zkušebních podmínkách je však reálná podoba testu upravena. [22]

Parametry zkoušky:

- Rychlost – 64 km/h (cca 40 mph)
- Přesazení 40% šířky vozidla na straně řidiče
- Deformovatelná bariéra o rozměrech 1000 x 540 mm
- Figuríny:
  - Verze 6.5.1. (2014)
    - řidič
    - spolujezdec
    - dítě 1,5 roku v autosedačce na zadním sedadle za spolujezdcem
    - dítě 3 roky v autosedačce na zadním sedadle za řidičem
  - Verze 7.0.1. (2016)
    - řidič
    - spolujezdec
    - dítě 6 let v autosedačce na zadním sedadle za řidičem
    - dítě 10 let na podsedáku na zadním sedadle za spolujezdcem

Obr. 28 - Částečný čelní náraz



Zdroj: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/euro-ncap-castecny-celni-naraz/>

## Boční náraz

Boční náraz (anglicky Side Mobile Barrier) představuje druhý nejčastější typ nárazu, který má mnohdy tragické následky. Ve srovnání s čelním nárazem je při tomto testu velice malý prostor pro absorbování energie nárazu a k vzniku řízené deformace. Proto při nehodách tohoto typu dochází k vážným zraněním na hlavě a hrudi. Při tomto testu v laboratorních podmínkách naráží vozík jedoucí kolmo do boku stojícího vozidla. [23]

Parametry zkoušky:

- Rychlost – 50 km/h (cca 30 mph)
- Náraz je veden na straně řidiče do tzv. bodu R
- Deformovatelná bariéra o rozměrech 1500x500 mm
- Hmotnost bariéry 950 ± 20 kg
- Figuríny:

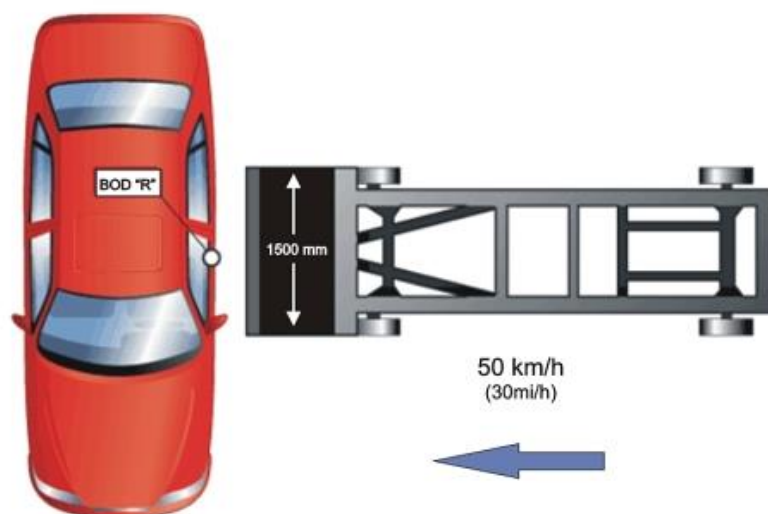
Verze 6.5.1. (2014)

- řidič
- dítě 1,5 roku v autosedačce na zadním sedadle za řidičem
- dítě 3 roky v autosedačce na zadním sedadle za spolujezdcem

Verze 7.0.1. (2016)

- řidič
- dítě 6 let v autosedačce na zadním sedadle za spolujezdcem
- dítě 10 let na podsedáku na zadním sedadle za řidičem

Obr. 29 - Boční náraz



Zdroj: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/euro-ncap-bocni-naraz/>

## 13. Hodnocení biomechanických kritérií

### Kritérium poranění hlavy

Poranění hlavy je jedno z nejzávažnějších poranění při dopravní nehodě, jehož důsledkem bývá poranění mozku (zhmoždění, otřes mozku), který je v dutině lebeční volně uložen. Při velkém zrychlení/zpomalení, které působí na tělo cestujícího během nárazu, dochází vlivem setrvačných sil k pohybu mozku vůči lebce a následně k jeho nárazu na lebeční kosti. Během nárazu však může dojít také ke kontaktu hlavy s interiérem vozidla, což následek poranění umocňuje a hrozí poranění lebky (fraktura lebky).

Míra pravděpodobnosti poranění hlavy při nárazu je stanovena kritériem HIC (Head Injury Criterion). Toto kritérium se určuje z časového intervalu průběhu celkového zrychlení měřeného v těžišti hlavy figuríny podle následujícího vzorce.

$$HIC = \left[ \left( \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} a(dt) \right)^{2,5} \cdot (t_2 - t_1) \right]$$

*a ... výsledné zrychlení [m.s-2]*

*t1 ... začátek časového intervalu pro výpočet HIC*

*t2 ... konec časového intervalu pro výpočet HIC*

Rozlišujeme dva časové intervaly. Pro náraz hlavy do tvrdé překážky  $HIC_{15} = 15$  ms a pro případ, kdy nedošlo ke kontaktu hlavy s pevnou překážkou  $HIC_{36} = 36$  ms. Limitní hodnota je v obou případech stanovena  $HIC = 1000$  (50% pravděpodobnost závažného poranění hlavy). Naměřené hodnoty ze všech prováděných zkoušek jsou v tab. 11.

*Poznámka: Limitní hodnota kritéria  $HIC_{15}$  je dle EHK 129 pro figurínu Q1,5 = 600 a pro ostatní dětské figuríny 800. Dle standardu Euro NCAPu je tato hranice pro figuríny Q6 a Q10 stanovena na 700.*

Tab. 11 - Hodnoty kritéria poranění  $HIC_{15}$ , maximální zrychlení hlavy  $a_{max}$

	zkouška č.	$HIC_{15}$				$a_{max}$	
		$t_1$ [ms]	$t_2$ [ms]	[-]	limit EHK/Euro NCAP	t [ms]	[g]
ČELNÍ NÁRAZ	Z1Q1,5S0	95,3	110,3	<b>207,89</b>	600/-	106,2	<b>47,48</b>
	Z1Q3S1	92,9	107,9	<b>704,08</b>	800/-	103,7	<b>82,46</b>
	Z2Q6S2AX1	100,7	115,7	<b>371,29</b>	800/700	108,95	<b>62,12</b>
	Z2Q10S3	106,7	121,7	<b>145,78</b>	800/700	237,25	<b>79,08</b>
	Z3Q6S2AX2	104,9	119,9	<b>212,72</b>	800/700	115,75	<b>47,94</b>
	Z3Q10S3IF	109,8	124,8	<b>142,37</b>	800/700	121,05	<b>42,37</b>
BOČNÍ NÁRAZ	Z4Q1,5S0	48,9	63,1	<b>320,67</b>	600/-	53,95	<b>68,98</b>
	Z4Q3S1	72,7	87,7	<b>61,51</b>	800/-	82,8	<b>28,92</b>
	Z5Q6S2AX2	82,9	97,9	<b>74,01</b>	800/700	87,8	<b>31,95</b>
	Z5Q10S3IF	55,4	70,4	<b>106,98</b>	800/700	65,05	<b>39,63</b>
	Z6Q6S2AX1	70,9	85,9	<b>61,02</b>	800/700	72,1	<b>28,62</b>
	Z6Q10S3	54,6	69,6	<b>100,2</b>	800/700	62,65	<b>37,68</b>
	Z7Q6S2AX2	74,2	89,2	<b>73,18</b>	800/700	80,45	<b>32,45</b>
	Z7Q10S3IFBA	55,5	70,5	<b>102,55</b>	800/700	64,3	<b>36,99</b>

**Kritérium poranění 3ms.** Toto kritérium se používá pro hlavu a hrudník. Stanovuje limitní hodnotu zrychlení, které nesmí být překročeno po dobu delší než 3ms. Limitní hodnota pro hlavu je 80g. Naměřené hodnoty ze všech provedených zkoušek jsou uvedeny v tab. 12.

*Poznámka: Limitní hodnota dle EHK 129 je pro figurínu Q1,5 = 75g a pro ostatní dětské figuríny 80g. Euro NCAP stanovil tuto limitní hodnotu pro všechny dětské figuríny na 88g. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce. Výsledná zrychlení hlavy figurín Q6 a Q10 jsou zobrazena v grafu.*

Tab. 12 - Hodnoty kritéria poranění a3ms pro hlavu

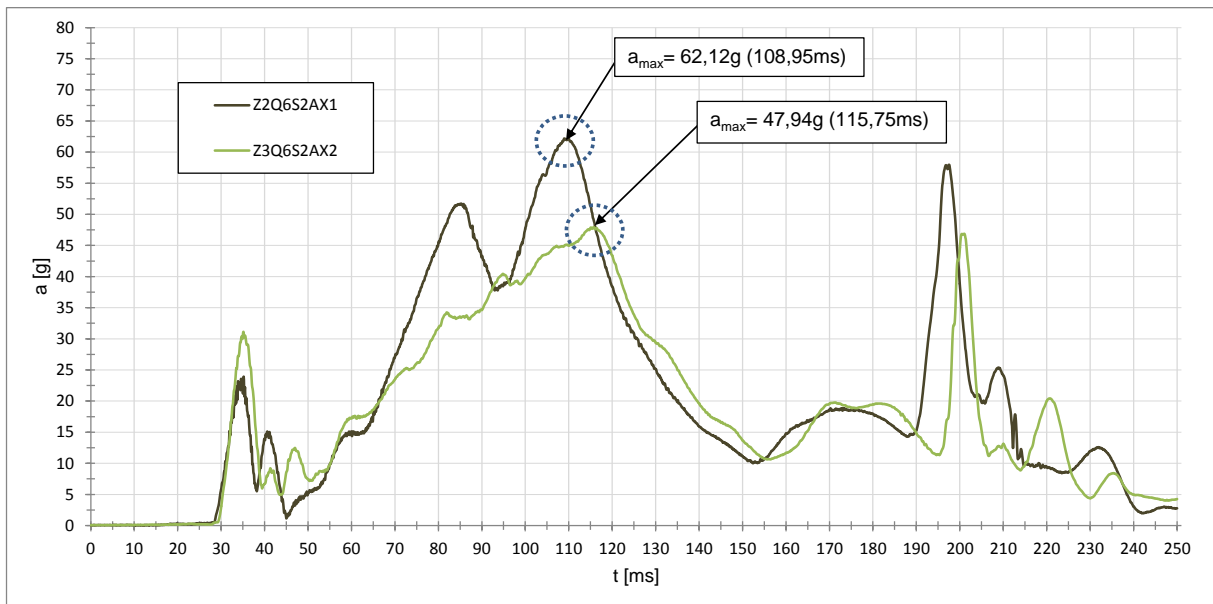
	zkouška č.	a3ms [g]	limit EHK/Euro NCAP
ČELNÍ NÁRAZ	Z1Q1,5S0	<b>47,17</b>	75/88
	Z1Q3S1	<b>76,71</b>	80/88
	Z2Q6S2AX1	<b>61,2</b>	80/88
	Z2Q10S3	<b>55,51</b>	80/88
	Z3Q6S2AX2	<b>47,34</b>	80/88
	Z3Q10S3IF	<b>40,77</b>	80/88
BOČNÍ NÁRAZ	Z4Q1,5S0	<b>65,76</b>	75/88
	Z4Q3S1	<b>28,23</b>	80/88
	Z5Q6S2AX2	<b>31,21</b>	80/88
	Z5Q10S3IF	<b>38,2</b>	80/88
	Z6Q6S2AX1	<b>28,4</b>	80/88
	Z6Q10S3	<b>37,24</b>	80/88
	Z7Q6S2AX2	<b>31,85</b>	80/88
	Z7Q10S3IFBA	<b>36,36</b>	80/88

Limitní hodnoty kritéria HPC15 ani kritéria 3ms nebyly při čelním ani bočním nárazu překročeny. Z výsledků měření vyplývá, že vyšší hodnoty byly naměřeny při čelním nárazu. Při porovnání hodnot kritéria 3ms čelních nárazů u figurín Q6 a Q10 (Z2,Z3) vyplývá, že při změně dětské sedáčky figuríny Q6 došlo k poklesu kritéria 3ms o 14 g a u figuríny Q10 s podsedákem uchyceným systémem ISOFIX o 15 g.

Na následujících grafech je znázorněno výsledné zrychlení hlavy figurín Q6 a Q10 pro čelní a boční náraz.

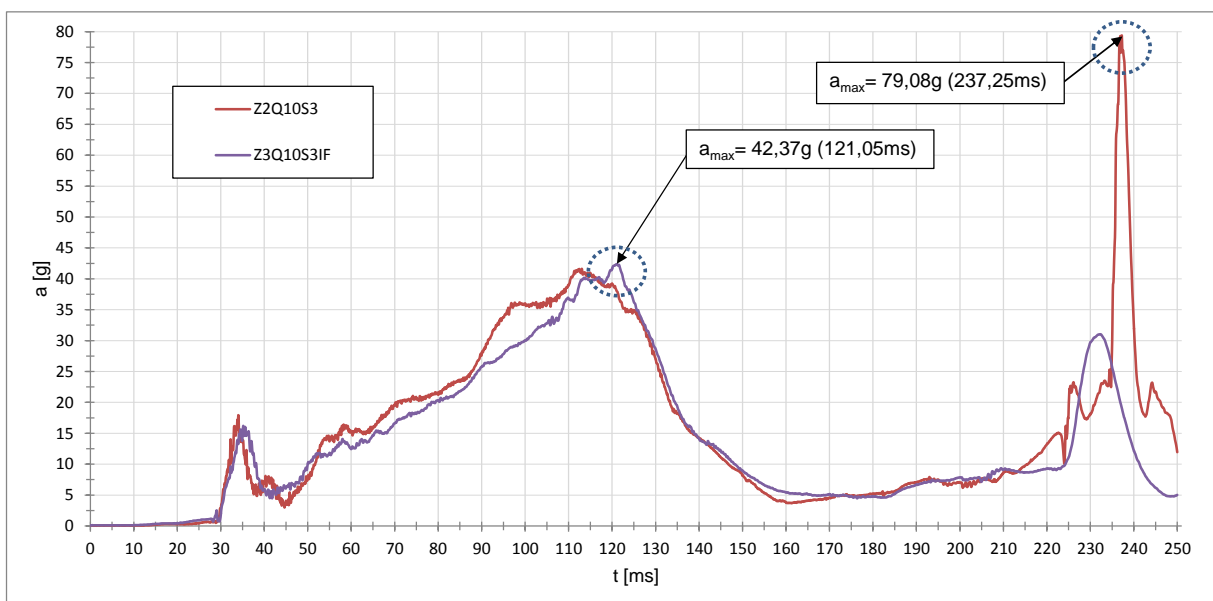


Graf 5 - Výsledné zrychlení na hlavě Q6 čelní náraz



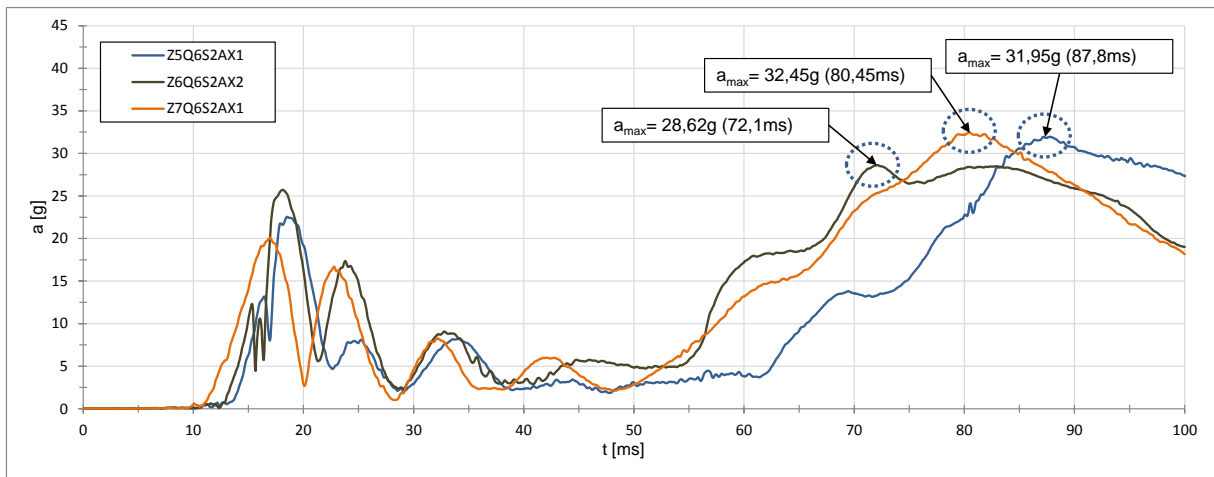
Na grafu 5 je vidět, že při změně dětské sedačky figuríny Q6 za AX2 došlo k pozvolnějšimu nárůstu do maximální hodnoty, která je o 14 g nižší než u zkoušky s dětskou sedačkou AX1 .

Graf 6 - Výsledné zrychlení na hlavě Q10 čelní náraz



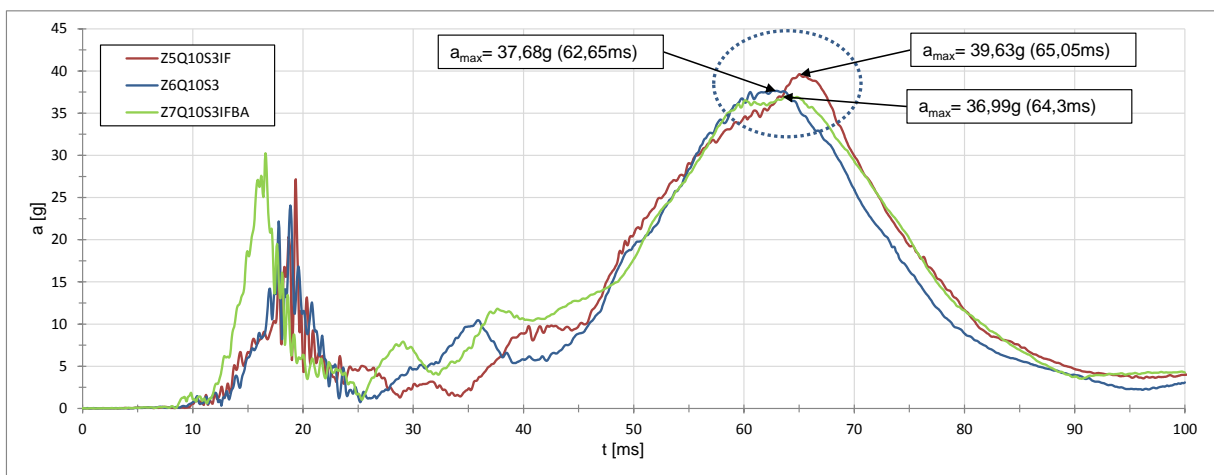
Graf 6 znázorňuje průběh výsledného zrychlení hlavy figuríny Q10 v závislosti na uchycení podsedačku. Z naměřených hodnot je patrné, že zrychlení je po nárazu u obou zkoušek stejné. Zlom přichází po 220 ms, kdy je u zkoušky bez uchycení podsedačku vidět prudký nárůst zrychlení o 50g. V maximálních hodnotách je pak naměřený rozdíl 37g, což znamená, že s uchycením pomocí systému ISOFIX se dostáváme na poloviční hodnoty výsledného zrychlení figuríny sedící na podsedačku uchyceného pomocí systému ISOFIX.

Graf 7 - Výsledné zrychlení na hlavě Q6 boční náraz



U bočního nárazu bylo na figuríně Q6 také sledováno ovlivnění figuríny typem sedačky. Z průběhu grafu 7 vyplývá, že i při bočním nárazu má typ sedačky na zrychlení hlavy vliv, avšak ne tak výrazný jako při čelním. Průběh grafu zkoušek 5 a 7 se neliší, neboť bylo využito stejného typu dětské sedačky AX1. U zkoušky 6 s dětskou sedačkou AX2 bylo naměřeno nejnižší zrychlení, avšak maximální hodnoty všech zkoušek ležely okolo hranice 30g.

Graf 8 - Výsledné zrychlení na hlavě Q10 boční náraz



Graf 8 ukazuje výsledné zrychlení hlavy figuríny Q10 usazené na straně nárazu. Z naměřených hodnot vyplývá, že zatížení hlavy při jednotlivých zkouškách není výrazně ovlivněno ani bočním airbagem, ani systémem uchycení. Nejnižší hodnoty byly naměřeny při zkoušce s konfigurací bočního airbagu a uchycení podsedačky pomocí systému ISOFIX. Maximální zrychlení všech tří zkoušek leželo okolo hranice 37g, tedy o 7g výše než u figuríny Q6.

## Kritérium poranění krku

Kritérium poranění krční páteře NIC (Neck Injury Criterion) je kritérium stanovující maximální síly a napětí působící na krční páteř. Jeho hodnoty nesmí přesáhnout  $NICt = 3,3$  kN (tahová síla),  $NICs = 3,1$  kN (dopředu/dozadu smyková síla). U krku dále sledujeme kritérium ohybového momentu, který je určen ohybovým momentem kolem příčné osy na rozhraní mezi hlavou a krkem. Limitní hodnota je stanovena  $My=57$  Nm. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tab. 13.

*Poznámka: Hodnoty těchto kritérií nejsou EHK pro dětské figuríny určeny. Euro NCAP stanovil hraniční limity pro čelní náraz  $NIC = 2,62$  a pro boční náraz  $NIC=2,4$  ( $Q10 NIC = 2,2$ ).*

Tab. 13 - Hodnoty kritéria poranění  $NICt$ ,  $NICs$ ,  $My$

	zkouška č.	$NICt$		$NICs$		$My$
		[kN]	limit EHK/Euro NCAP	[kN]	limit EHK/Euro NCAP	[Nm]
ČELNÍ NÁRAZ	Z1Q1,5S0	<b>-0,13</b>	-/2,62	<b>0,52</b>	-/2,62	<b>-9,85</b>
	Z1Q3S1	<b>-0,39</b>	-/2,62	<b>2,16</b>	-/2,62	<b>-47,13</b>
	Z2Q6S2AX1	<b>-0,64</b>	-/2,62	<b>1,79</b>	-/2,62	<b>-61,49</b>
	Z2Q10S3	<b>-0,51</b>	-/2,62	<b>2,52</b>	-/2,62	<b>-28,37</b>
	Z3Q6S2AX2	<b>-0,63</b>	-/2,62	<b>1,36</b>	-/2,62	<b>-51,87</b>
	Z3Q10S3IF	<b>-0,49</b>	-/2,62	<b>1,79</b>	-/2,62	<b>-14,61</b>
BOČNÍ NÁRAZ	Z4Q1,5S0	<b>-0,1</b>	-/-	<b>0,89</b>	-/-	<b>5,76</b>
	Z4Q3S1	<b>-0,3</b>	-/-	<b>0,59</b>	-/-	<b>-10,58</b>
	Z5Q6S2AX2	<b>-0,23</b>	-/2,4	<b>0,74</b>	-/2,4	<b>15,34</b>
	Z5Q10S3IF	<b>-0,18</b>	-/2,2	<b>-0,41</b>	-/2,2	<b>9,08</b>
	Z6Q6S2AX1	<b>-0,26</b>	-/2,4	<b>0,73</b>	-/2,4	<b>-20,16</b>
	Z6Q10S3	<b>-0,16</b>	-/2,2	<b>0,46</b>	-/2,2	<b>8,14</b>
	Z7Q6S2AX2	<b>-0,27</b>	-/2,4	<b>0,62</b>	-/2,4	<b>15,72</b>
	Z7Q10S3IFBA	<b>-0,27</b>	-/2,2	<b>1,06</b>	-/2,2	<b>-12,7</b>

Limitní hodnoty  $NICt$  ani  $NICs$  nebyly u žádné zkoušky překročeny. Nejvyšší hodnota  $My$  byla naměřena na figuríně Q6 při čelním nárazu za použití dětské sedačky typu AX1, kdy byla překročena hranice 57 Nm. V tomto kritériu se nám také potvrzuje, že o něco nižší hodnoty byly naměřeny u druhého čelního nárazu s využitím dětské sedačky AX2 a uchycení podsedačky systémem ISOFIX. Hodnoty bočního nárazu se u všech tří zkoušek výrazně neliší.

## Kritérium poranění hrudníku

Kritérium poranění 3ms hrudníku je měřeno na stejném principu jako kritérium 3ms hlavy. Limitní hodnota tohoto kritéria je 60 g. Naměřené hodnoty pro provedené zkoušky jsou uvedeny v tab. 14. Průběh výsledného zrychlení působícího na hrudník u figurín Q6 a Q10 je uveden v grafech.

*Poznámka: Limitní hodnota pro děti je dle EHK 129 stanovena 55g. Dle Euro NCAPu je tato hranice pro čelní náraz 55g a pro boční 67g.*

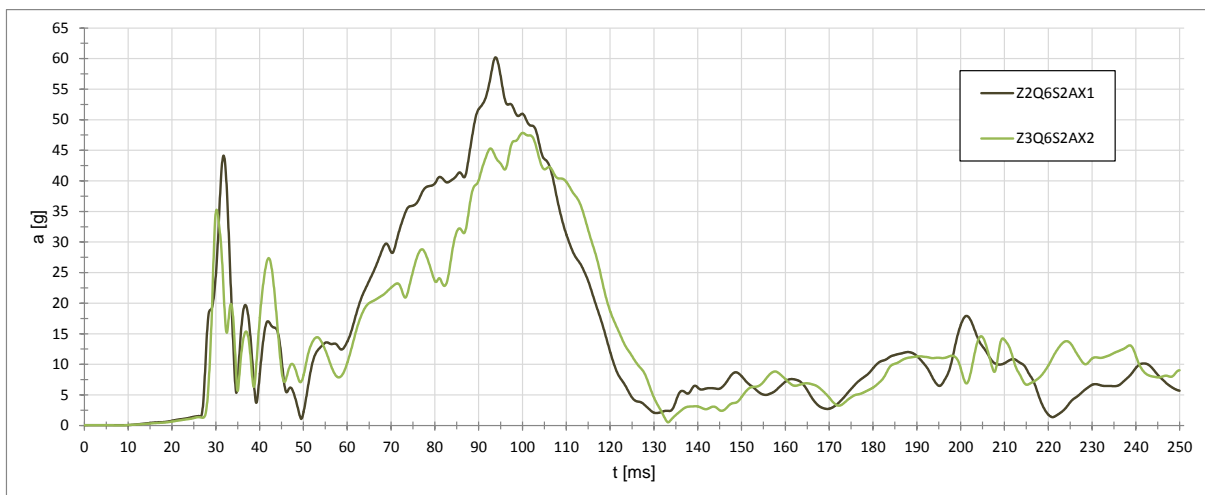
Tab. 14 - Hodnoty kritéria poranění a3ms pro hrudník a maximální zrychlení

	zkouška č.	a3ms [g]	limit EHK/Euro NCAP	a <sub>max</sub>	
				t[ms]	[g]
ČELNÍ NÁRAZ	Z1Q1,5S0	<b>43,52</b>	55/55	88,8	<b>45,22</b>
	Z1Q3S1	<b>53,96</b>	55/66	101,8	<b>68,99</b>
	Z2Q6S2AX1	<b>58,68</b>	55/55	93,85	<b>60,2</b>
	Z2Q10S3	<b>32,6</b>	55/55	119,3	<b>33,9</b>
	Z3Q6S2AX2	<b>47,21</b>	55/55	100,05	<b>47,85</b>
	Z3Q10S3IF	<b>35,87</b>	55/55	99,55	<b>37,7</b>
BOČNÍ NÁRAZ	Z4Q1,5S0	<b>51,88</b>	55/67	44,65	<b>57,68</b>
	Z4Q3S1	<b>22,85</b>	55/67	77,2	<b>23,84</b>
	Z5Q6S2AX2	<b>27,51</b>	55/67	15,75	<b>42,05</b>
	Z5Q10S3IF	<b>29,58</b>	55/67	73,4	<b>33,11</b>
	Z6Q6S2AX1	<b>31,68</b>	55/67	15,25	<b>53,21</b>
	Z6Q10S3	<b>32,28</b>	55/67	74,8	<b>39,73</b>
	Z7Q6S2AX2	<b>27,54</b>	55/67	14,45	<b>38,01</b>
	Z7Q10S3IFBA	<b>28,54</b>	55/67	54,55	<b>29,79</b>

Limitní hodnota kritéria 3ms byla překročena u figuríny Q6 při čelním nárazu s použitím sedačky AX1. U druhé čelní nárazové zkoušky prováděné s dětskou sedačkou AX2 jsme se s určitou rezervou do limitní hodnoty již vešli a tak tomu bylo i u ostatních zkoušek, kde nikde nebyla limitní hodnota překročena.

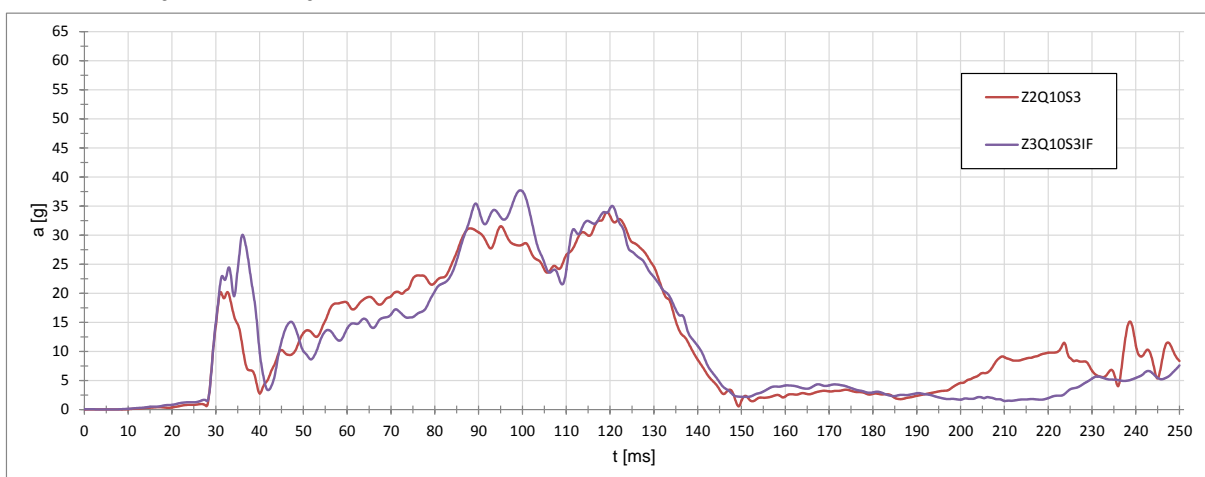
V následujících grafech je znázorněno výsledné zrychlení hrudníku při čelním nárazu a bočním nárazu pro figuríny Q6 a Q10.

Graf 9 - Výsledné zrychlení hrudníku Q6 čelní náraz



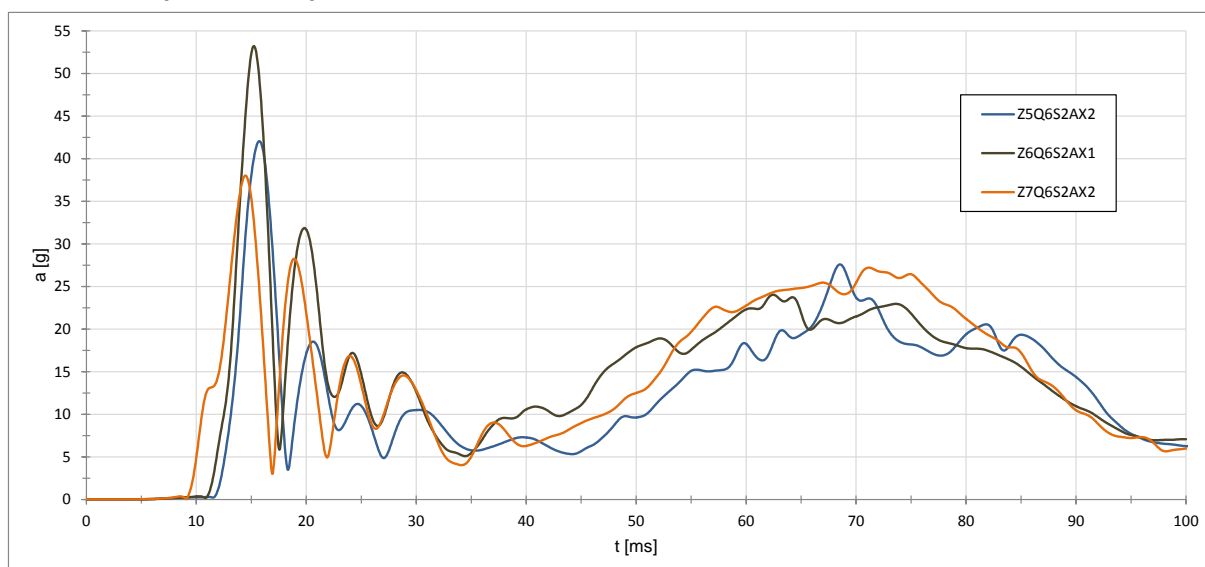
Průběh grafu 9 a naměřené hodnoty ukazují, že při změně dětské sedačky došlo k poklesu výsledného zrychlení hrudníku podobně jako u hlavy. V tomto případě v maximálních hodnotách o 12g.

Graf 10 - Výsledné zrychlení hrudníku Q10 čelní náraz



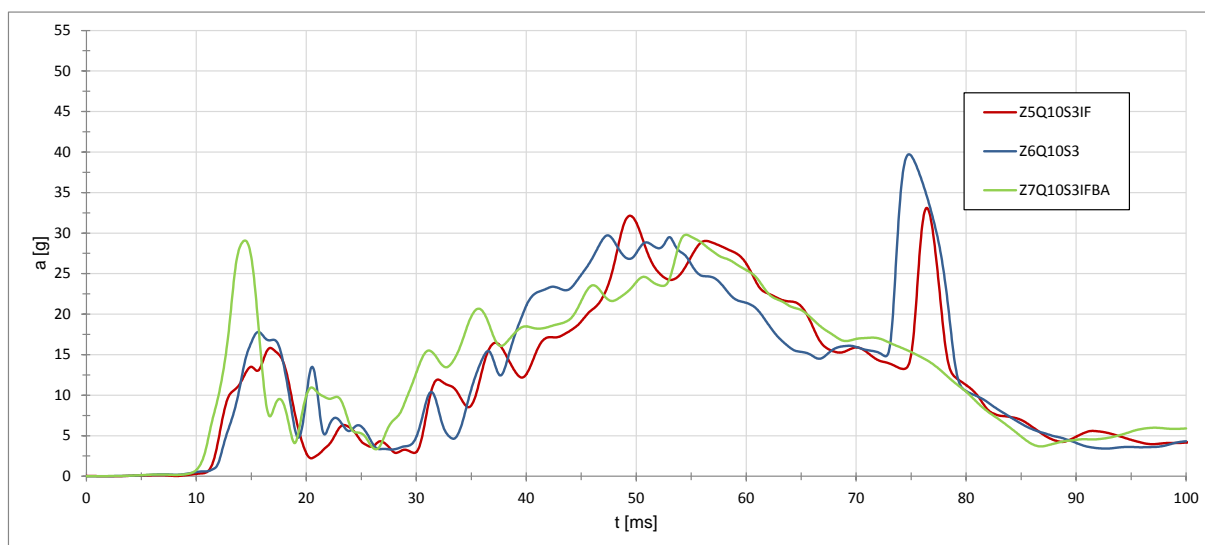
Z grafu 10 je patrné, že uchycení podsedačky nemá na zrychlení hrudníku výrazný vliv, tak jako tomu bylo u zrychlení hlavy. Maximální hodnoty se u obou zkoušek pohybují okolo hranice 35g.

Graf 11 - Výsledné zrychlení hrudníku Q6 boční náraz



Z grafu 11 vyplývá, že figurína sedící na dětské sedačce AX1, u které bylo naměřeno nejnižší zrychlení hlavy, vykazuje naopak při zrychlení hrudníku nejvyšší hodnotu a to hodnotu 53g. Průběh zatížení figuríny sedící na dětské sedačce AX2 se výrazně neliší a maximální hodnota zatížení leží okolo hranice 40g.

Graf 12 - Výsledné zrychlení hrudníku Q10 boční náraz



V grafu 12 je vidět, že nejnižší zrychlení bylo naměřeno při konfiguraci zkoušky s bočním airbagem a uchycením podsedačku pomocí systému ISOFIX. U této zkoušky bylo také naměřeno výraznější zatížení mezi 11 a 12 ms, kdy došlo k nafukování airbagu. Přítomnost airbagu zabránila zatížení mezi 73 a 78 ms. Při porovnání maximálních hodnot Z5 a Z7, kde proměnou hrál jen boční airbag, je rozdíl 5g. Nejvyšší hodnota 40g byla naměřena při konfiguraci bez bočního airbagu a bez uchycení systémem ISOFIX.

**Kritérium stlačení hrudníku** mezi hrudní kostí a páteří ThCC (Thorax compression criterion) využívá absolutní hodnotu komprese vyjádřenou v milimetrech. Používá se pro zkoušku čelního nárazu dle předpisu EHK 94. Pro boční náraz se používá kritérium THPC (Thorax performance criterion) předepsané předpisem EHK 95. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tab. 15.

*Poznámka: Tyto kritéria nejsou pro dětské figuríny předepsána, proto jsme je brali jen jako orientační.*

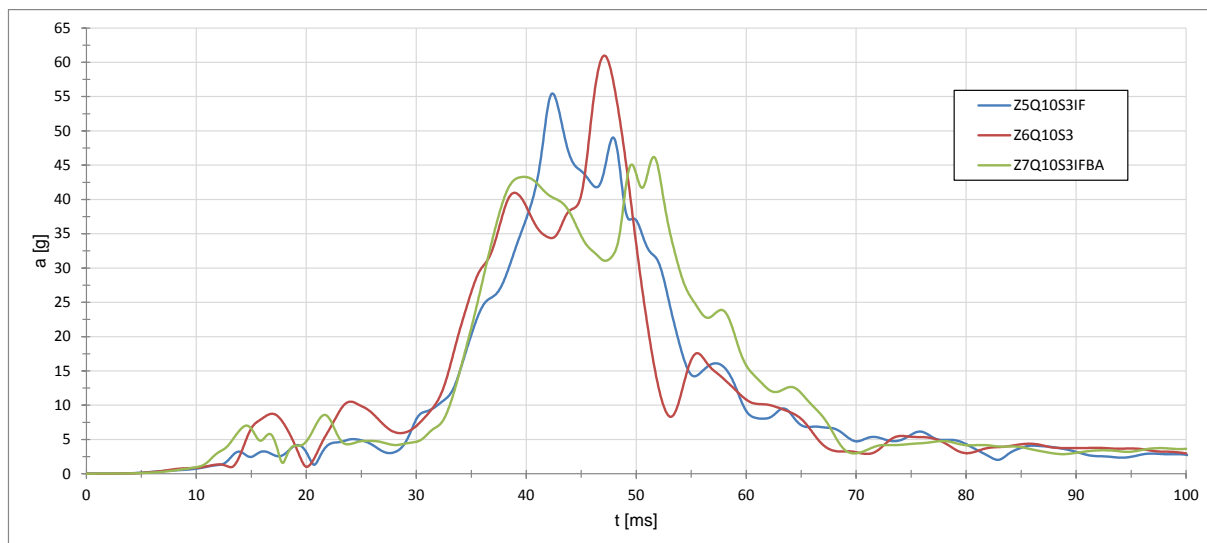
Naměřené hodnoty maximálního výsledného zrychlení působícího na pánev jsou uvedeny také v tab. 15.

Tab. 15 - Hodnoty ThCC/ THPP a maximální zrychlení pánve

	zkouška č.	ThCC/THPP [mm]	Pánev $a_{max}$	
			t[ms]	[g]
ČELNÍ NÁRAZ	Z1Q1,5S0	<b>x</b>	x	<b>x</b>
	Z1Q3S1	<b>-25,79</b>	x	<b>x</b>
	Z2Q6S2AX1	<b>-20,15</b>	96,8	<b>64,56</b>
	Z2Q10S3	<b>-41,44</b>	93,76	<b>51,47</b>
	Z3Q6S2AX2	<b>-18,68</b>	38,45	<b>60,57</b>
	Z3Q10S3IF	<b>-37,99</b>	69,4	<b>43,02</b>
BOČNÍ NÁRAZ	Z4Q1,5S0	<b>x</b>	x	<b>x</b>
	Z4Q3S1	<b>2,84</b>	x	<b>x</b>
	Z5Q6S2AX2	<b>-4,73</b>	116,45	<b>38,47</b>
	Z5Q10S3IF	<b>11,29</b>	42,4	<b>55,45</b>
	Z6Q6S2AX1	<b>-6,11</b>	62,35	<b>33,82</b>
	Z6Q10S3	<b>9,02</b>	47,1	<b>60,97</b>
	Z7Q6S2AX2	<b>-6,44</b>	64	<b>47,82</b>
	Z7Q10S3IFBA	<b>8,51</b>	51,6	<b>46,19</b>

Vyšší hodnoty stlačení byly naměřeny při čelních nárazech. K nejvyšší hodnotě stlačení hrudníku došlo u figuríny Q10 při čelním nárazu u zkoušky bez uchycení podsedáku, kde byla naměřena hodnota 44,5 mm. Při srovnání výsledků figuríny Q6 při čelním nárazu došlo k mírnějšímu stlačení hrudníku figuríny sedící v dětské sedačce AX2. Hodnoty při bočním nárazu nepřekročily hranici 12 mm.

Graf 13 - Výsledné zrychlení pánve Q10 boční náraz



V grafu 13 je znázorněno výsledné zrychlení pánve figuríny Q10 pro všechny tři zkoušky bočních nárazů. Tyto hodnoty jsou pro nás zajímavější, protože byla umístěna na straně nárazu. Z grafu vyplývá, že při konfiguraci zkoušky s bočním airbagem bylo výsledné zrychlení nejnižší. Při aktivaci airbagu nedošlo k výraznějšímu ovlivnění pánve. Z grafu je také patrné, že jeho přítomnost snížila výsledné zrychlení o 10g. Největší zatížení bylo naměřeno při zkoušce bez uchycení podsedáku, kde maximální hodnota mírně překročila hranici 60g.



## 14. Zhodnocení výsledků zkoušek

U figuríny Q6 bylo porovnáváno, jaký vliv má na bezpečí dítěte typ dětské sedačky. Z výsledků zkoušek vyplývá, že typ sedačky určitě vliv má. U všech porovnávaných konfigurací byly naměřené nižší hodnoty u dětské sedačky typu AX2, která je doporučena výrobcem automobilu. Při hodnocení závažnosti dle AIS u čelního nárazu se u závažnosti poranění hlavy oba typy sedaček pohybovaly v míře malé zranění (bolest, malátnost). Při hodnocení poranění hrudníku se sedačka typu AX1 pohybovala v míře závažné zranění ( $\geq 4$  zlomeniny žeber s pneumotoraxem nebo hemotoraxem) a sedačka typu AX2 v míře střední zranění (2-3 zlomeniny žeber, sternum). Z toho vyplývá, že je důležité při výběru dětské sedačky přihlížet k doporučení výrobce automobilu.

Dalším úkolem bylo porovnat, jaký vliv má na bezpečí dítěte samotné uchycení dětské sedačky. Toto kritérium se sledovalo u figuríny Q10 při čelním i bočním nárazu. Z naměřených hodnot vyplývá, že u zkoušek, kdy bylo využito systému uchycení SOFIX, jsou naměřené hodnoty o něco nižší, ale příliš se nelišily od hodnot, kdy tento systém využit nebyl. Z toho vyplývá, že uchycení dětské sedačky zásadní vliv na ochranu dítěte nemá, avšak spojení s karoserií má svůj smysl. Velkou roli pak hraje náročnost instalace dětské sedačky do automobilu a to zejména pro skupiny 0 a 1, kde svou jednoduchostí vede systém ISOFIX.

Poslední sledovaným prvkem byl boční airbag a jeho vliv na ochranu figuríny Q10 sedící na straně bočního nárazu. Po vyhodnocení hodnot docházím k závěru, že boční airbag snižuje zatížení těla, avšak ne nějak výrazně. Hodnoty naměřené bez bočního airbagu se příliš neliší. Jeho přínosem je snížení rizika poranění vlivem kontaktu s vnitřní stranou dveří a podstatnou roli hraje při nárazu zadních dveří na kůl, kde jeho absence může mít katastrofické následky.

Všechny provedené zkoušky byly také vyhodnoceny dle kritérií Euro NCAPu. Výsledky jsou zařazeny do přílohy. Z těchto výsledků vyplývá, že ani u jedné zkoušky čelního nárazu s částečným překrytím nedošlo k získání plného počtu bodů. Musíme si ale všimnout, že po změně sedačky u figuríny Q6 jsme se dostali u kritéria a3ms hrudníku z nadlimitního stavu do limitního a u zatížení krku z limitního do podlimitního stavu. U bočních nárazů došlo k získání plného počtu bodů u všech zkoušek s naměřenými hodnoty pohybujícími se s dostatečnou rezervou pod stanovenou hranicí.

## 15. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo přiblížit prvky pasivní bezpečnosti objevující se na zadních sedadlech motorových vozidel a nastínit jejich vývoj. Dále pak porovnat jak je těmito prvky ovlivňována posádka při nárazu.

Nejstarším avšak nejdůležitějším prvkem i na zadních sedadlech je bezpečnostní pás. Při jeho nevyužití prudce stoupá riziko smrtelného zranění a to nejen pasažéra sedícího na zadním sedadle ale i ostatních cestujících. Doplňkové systémy pásů jako jsou předpínače, omezovače síly nebo důmyslnější propracovanost opěrek výsledný efekt umocňují. Z logiky vyplývá, že předpínače pásů rychleji zachytí tělo, přitahují ho do optimální polohy a zabraňují jeho pohybu směrem dopředu. Omezovače síly zase snižují tlak pásu na tělo, který může být především v oblasti hrudníku příčinou vážného zranění. Proto je důležité, že se tyto prvky postupně stávají běžnou výbavou i na zadních sedadlech.

V praktické části své práce jsem se zaměřil především na ochranu dětských pasažérů a vliv prvků pasivní bezpečnosti na jejich ochranu. Ze získaných informací a výsledků měření je patrné, že u dětských pasažérů hraje hlavní roli vhodně zvolená dětská sedačka a její správná instalace do automobilu. V těchto typech sedaček jsou děti dostatečně chráněny kostrou samotné sedačky a ostatní prvky pasivní bezpečnosti je nijak výrazně neovlivňují. Proměnou zde hraje pouze způsob ukotvení sedačky ke karoserii vozidla, kde svojí jednoduchostí instalace a lepšími výsledky měření vede systém ISOFIX. U něhož jde především o pevné a bezpečné spojení mezi dětskou autosedačkou a vozidlem. Při nehodě tak dochází k omezení pohybu do stran a stejnému zpomalení dětské sedačky jako vozu. Při uchycení dětské autosedačky pomocí tříbodového bezpečnostního pásu dochází k zpomalení až tehdy, když se pás napne, tedy o něco později. Vliv bočního airbagu byl sledován na figuríně Q10, která seděla pouze na podsedačku, a tudíž nebyla ze strany nijak chráněna. Z výsledků zkoušek vyplývá, že při využití bočního airbagu dochází k nižšímu zatížení těla a zabránění přímého kontaktu s vnitřní stranou dveří. Výsledky hodnot se však příliš nelišily od hodnot, kdy boční airbag využit nebyl. Proto si dovoluji říct, že svůj význam určitě má, ale svou hlavní roli hraje při nárazu na kůl, kde jeho absence má zásadní vliv.

Domnívám se, že v současné době má zásadní vliv na bezpečí posádky na zadních sedadlech hlavový airbag a bezpečnostní pás (s funkcí předpínače a omezovače síly). U dětí je to správně zvolená a nainstalovaná dětská sedačka. O vývoji v této oblasti bezpečnosti v žádném případě nepochybují. V budoucnosti osobně předpokládám hlavně rozvoj proaktivní ochrany i pro zadní sedadla a zavedení čelního airbagu, který může mít zásadní vliv na ochranu při čelním nárazu.

## Seznam použité literatury

- [1] The history of car safety, [online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: http://www.mynrma.com.au/motoring-services/safety-advice/safer-driving/history.htm](http://www.mynrma.com.au/motoring-services/safety-advice/safer-driving/history.htm)
- [2] Car safety timeline,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: http://www.driverstechnology.co.uk/car-safety-timeline.htm](http://www.driverstechnology.co.uk/car-safety-timeline.htm)
- [3] Vlk František, Karoserie motorových vozidel, Brno, Prof. Ing. František Vlk, DrSc, 2001, ISBN:80-238-5277-9
- [4] TÜV SÜD Journal Česká republika 1/2009, [online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: https://www.tuev-sued.de/uploads/images/1232698978688867121008/2009\\_01.pdf](http://www.tuev-sued.de/uploads/images/1232698978688867121008/2009_01.pdf)
- [5] EHK/OSN Integrované české překlady,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: http://mezinarodni-predpisy.tuv-sud.cz/cs/predpisy/ehk-osn-integrované-ceske-preklady/](http://mezinarodni-predpisy.tuv-sud.cz/cs/predpisy/ehk-osn-integrované-ceske-preklady/)
- [6] Vliv moderních prvků pasivní bezpečnosti na ochranu posádky vozidla, [online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=599](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=599)
- [7] Příručka pro záchranáře, [online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: http://www.skoda-auto.cz/shared/SiteCollectionDocuments/download/rescue-data/cs/rescue-brochure.pdf](http://www.skoda-auto.cz/shared/SiteCollectionDocuments/download/rescue-data/cs/rescue-brochure.pdf)
- [8] Škoda Auto a.s. Dílenská učební pomůcka č. 15 : Škoda Octavia: Technické informace,1996, S00.2002.15.15
- [9] RETRACTORS AND PRETENSIONERS,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: https://www.trw.com/occupant\\_safety\\_systems/seat\\_belts/retractors\\_and\\_pretensioners](https://www.trw.com/occupant_safety_systems/seat_belts/retractors_and_pretensioners)
- [10] Bezpečnostní pásy pro zadní cestující,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: http://www.auto.cz/mercedes-benz-bezpecnejsi-pasy-zadni-cestujici-64888](http://www.auto.cz/mercedes-benz-bezpecnejsi-pasy-zadni-cestujici-64888)
- [11] Dětské autosedačky,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: http://www.ibesip.cz/cz/rodic/deti-v-aute/detske-autosedacky/duvody-pouzivani-autosedacek](http://www.ibesip.cz/cz/rodic/deti-v-aute/detske-autosedacky/duvody-pouzivani-autosedacek)

- [12] i-Size,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost www: <http://www.maxi-cosi.com/cz-cs/bezpe%C4%8Dnost-autoseda%C4%8Dek/i-size.aspx>
- [13] Integrovaný dětský podsedák,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost www: [http://www.tyden.cz/rubriky/auta/zajimavosti/integrovaný-detsky-podsedak-je-praktickym-cestovnim-resenim\\_342014.html](http://www.tyden.cz/rubriky/auta/zajimavosti/integrovaný-detsky-podsedak-je-praktickym-cestovnim-resenim_342014.html)
- [14] Airbag v bezpečnostním pásu,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www:http://www.auto.cz/ford-pas-airbag-3400](http://www.auto.cz/ford-pas-airbag-3400)
- [15] Airbag pro zadní okno,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost www: <http://www.zavolantem.cz/toyota-vyvinula-novy-airbag-pro-zadni-okno-nasadi-ho-v-modelu-iq>
- [16] New airbag technologies help improve rear seat safety[online],[cit.2016-24-3], dostupnost www: <http://safety.trw.com/new-airbag-technologies-help-improve-rear-seat-safety/1203/>
- [17] Škoda Auto a.s. Dílenská učební pomůcka č. 78 : Pasivní bezpečnost, 2009, S00.2002.78.15
- [18] Humanetics Innovative Solutions, User manual Q6,2013, 033-9900
- [19] Humanetics Innovative Solutions, User manual Q10,2015, 010-9900
- [20] Child Occupant Protection, ,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost www: <http://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/child-occupant-protection/>
- [21] Trestní zákoník (zákon č. 40/2009 Sb.),[online], [cit.2016-24-3], dostupnost www: <http://zakony-online.cz/?s10&q10=all>
- [22] Částečný čelní náraz,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost www: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/euro-ncap-castecny-celni-naraz/>
- [23] Boční náraz,[online], [cit. 2016-24-3], dostupnost www: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/euro-ncap-bocni-naraz/>
- [24] Euro NCAP, Assessment protocol- Child occupant, 2015, Version 7.0
- [25] Euro NCAP, Testing protocol- Child occupant, 2015, Version 7.0

- [26] Development of the Q10 years-old child test dummy,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: http://www-esv.nhtsa.dot.gov/Proceedings/23/files/23ESV-000438.PDF](http://www-esv.nhtsa.dot.gov/Proceedings/23/files/23ESV-000438.PDF)
- [27] Q-dummies report-Advanced Child Dummies and Injury Criteria for Frontal Impact,[online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: file:///C:/Users/V%C3%A1clav/Downloads/EEVC\\_WG12&18\\_DOC514\\_Q-dummies\\_&\\_Criteria-April\\_2008%20\(9\).pdf](http://www:file:///C:/Users/V%C3%A1clav/Downloads/EEVC_WG12&18_DOC514_Q-dummies_&_Criteria-April_2008%20(9).pdf)
- [28] Kovanda, Šatochin: Pasivní bezpečnost vozidel. Skriptum ČVUT v Praze, 2000
- [29] Vlk František, Stavba motorových vozidel, Brno, Prof. Ing. František Vlk, DrSc, 2003, ISBN:80-238-8757-2
- [30] Kramer F., Passive Sicherheit von Kraftfahrzeugen, Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2009. ISBN 978-3-8348-0536-2
- [31] Předpis (EHK/OSN) č. 44 - Jednotná ustanovení pro schvalování typu zádržných zařízení pro děti cestující v motorových vozidlech, [online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www:http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:233:0095:0210:CS:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:233:0095:0210:CS:PDF)
- [32] Předpis (EHK/OSN) č. 94 - Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících při čelním nárazu, [online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:130:0050:0100:CS:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:130:0050:0100:CS:PDF)
- [33] Předpis (EHK/OSN) č. 95 - Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel z hlediska ochrany cestujících v případě bočního nárazu, [online], [cit.2016-24-3], dostupnost [www: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:42015X0710\(01\)&from=en](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:42015X0710(01)&from=en)
- [34] Předpis (EHK/OSN) č. 129 - Jednotná ustanovení pro schvalování typu zdokonalených dětských zádržných systémů (ECRS) používaných v motorových vozidlech,[online], [cit. 2016-24-3], dostupnost [www:http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:42014X0329\(02\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:42014X0329(02)&from=EN)

## Seznam obrázků

Obr. 1 - Vývoj aktivních a pasivních bezpečnostních systémů	4
Obr. 2 - Bezpečnost silničního provozu	5
Obr. 3 - Přehled prvků aktivní bezpečnosti	6
Obr. 4 - Rozdělení pasivní bezpečnosti	7
Obr. 5 - Klíčové části karoserie vozidla	12
Obr. 6 - Pevnost použitých plechů karoserie	13
Obr. 7 - Rozložení sil při nárazu	14
Obr. 8 - Bezpečnostní pás tříbodového a čtyřbodového typu	16
Obr. 9 - Předpínač s rotačním pístem	18
Obr. 10 - Aktivní zámek bezpečnostních pásů	20
Obr. 11 - Uchycení sedaček bezpečnostním pásem	23
Obr. 12 - Systém uchycení ISOFIX	23
Obr. 13 - Srovnání systémů ISOFIX	24
Obr. 14 - Integrovaný podsedák	26
Obr. 15 - Boční airbag	28
Obr. 16 - Hlavový airbag	28
Obr. 17 - Airbag v bezpečnostních pásech	29
Obr. 18 - Hlavový airbag při nárazu zezadu	30
Obr. 19 - Mezipasažerový airbag	30
Obr. 20 - Střešní airbag (vlevo), Airbag v předním sedadle (vpravo)	31
Obr. 21 - Porovnání nastavení opěrky hlavy	32
Obr. 22 - Časová osa vývoje dětských figurín	34
Obr. 23 - Figurína Q6	35
Obr. 24 - Figurína Q10	38
Obr. 25 - Rozmístění snímačů v těle figuríny Q10	41
Obr. 26 - Usazení figuríny Q10 boční náraz	50
Obr. 27 - Usazení figuríny Q6 boční náraz	51
Obr. 28 - Částečný čelní náraz	52
Obr. 29 - Boční náraz	53

## Seznam tabulek

Tab. 1 - Základní rozměry Q6 [18]	38
Tab. 2 - Hmotnostní rozložení Q6 [18]	38
Tab. 3 - Základní rozměry Q10 [19]	40
Tab. 4 - Hmotnostní rozložení Q10 [19]	40
Tab. 5 - Bodové hodnocení ochrany dětí dle protokolu v 7.0.1.	42
Tab. 6 - Vývoj nehodovosti	43
Tab. 7 - Zastoupení jednotlivých kategorií pasažérů	44
Tab. 8 - Využití bezpečnostního pásu	45
Tab. 9 - Využití dětské sedačky	46
Tab. 10 - Konfigurace jednotlivých zkoušek	51
Tab. 11 - Hodnoty kritéria poranění HIC15, maximální zrychlení hlavy amax	55
Tab. 12 - Hodnoty kritéria poranění a3ms pro hlavu	56
Tab. 13 - Hodnoty kritéria poranění NICt, NICs, My	59
Tab. 14 - Hodnoty kritéria poranění a3ms pro hrudník a maximální zrychlení	60
Tab. 15 - Hodnoty ThCC/ THPP a maximální zrychlení pánve	63

## Seznam grafů

Graf 1 - Vývoj nehodovosti	43
Graf 2 - Zastoupení jednotlivých kategorií pasažérů	44
Graf 3 - Využití bezpečnostního pásu	45
Graf 4 - Využití dětské sedačky	46
Graf 6 - Výsledné zrychlení na hlavě Q10 čelní náraz	57
Graf 7 - Výsledné zrychlení na hlavě Q6 boční náraz	58
Graf 8 - Výsledné zrychlení na hlavě Q10 boční náraz	58
Graf 9 - Výsledné zrychlení hrudníku Q6 čelní náraz	61
Graf 10 - Výsledné zrychlení hrudníku Q10 čelní náraz	61
Graf 11 - Výsledné zrychlení hrudníku Q6 boční náraz	62
Graf 12 - Výsledné zrychlení hrudníku Q10 boční náraz	62
Graf 13 - Výsledné zrychlení pánve Q10 boční náraz	64

## Příloha 1:

### Zkouška 1. – částečný čelní náraz

Nárazová rychlost: 64,97 km/h

Figurína Q1,5 (Z1Q1,5S0)

- dětská autosedačka:
- uchycení ISOFIX: Ano
- předpínač pásů: Ano

Figurína Q3 (Z1Q3S1)

- dětská autosedačka: skupiny 1
- uchycení ISOFIX: Ano + Top Tether slouží jako třetí kotevní bod
- předpínač pásů: Ano

Hodnocení dle protokolu Euro NCAP v. 6.5.1. :

ZKOUŠKA 1.		vyšší limit	nižší limit	Q1,5		Q3	
Hlava	Výsledné zrychlení 3ms [g]	87	100	47,17	4	76,71	4
Horní část krku	Síla Fz [kN]	1,7	2,62	0,52	2	2,16	1
Hrud'	Výsledné zrychlení 3ms [g]	41	55	43,52	1,64	53,96	1,51
Vypadnutí z vozidla		Ano/Ne		Ne	✓	Ne	✓
Pohyb hlavy vpřed [mm]		-	550	-	-	<550	✓
CELKEM					7,64		6,51

Naměřené hodnoty Min/Max :

Hlava		Q1,5	Q3
Ax [g]	Max	43,13349	40,44852
	Min	0,002738	0,002413
Ay[g]	Max	17,63533	4,596343
	Min	0,003848	0,003623
Az[g]	Max	25,72142	81,32027
	Min	0,001468	0,003733

Hrud'		Q1,5	Q3
Ax [g]	Max	33,94009	62,41771
	Min	4,75E-05	8,88E-05
Ay[g]	Max	14,18111	20,5153
	Min	1,23E-05	5,29E-06
Az[g]	Max	28,72533	26,1022
	Min	0,000145	2,18E-07

Krk		Q1,5	Q3
Fx[kN]	Max	0,129483	0,393475
	Min	3,76E-05	3,03E-05
Fy[kN]	Max	0,106595	0,089619
	Min	3,64E-05	7,53E-05
Fz[kN]	Max	0,516935	2,157537
	Min	1,22E-05	5,27E-05
Mx[Nm]	Max	4,588237	4,588237
	Min	0,001795	0,00128
My[Nm]	Max	9,842872	47,12901
	Min	0,001038	0,001639
Mz[Nm]	Max	6,798808	5,662533
	Min	0,000437	0,000738



## Příloha 2:

### Zkouška 2. - částečný čelní náraz

Nárazová rychlost: 64,58 km/h

Figurína Q6 (Z2Q6S2AX1)

- dětská autosedačka: skupiny 2 (se zádivou částí) AX1
- uchycení ISOFIX: Ne
- předpínač pásů: Ano

Figurína Q10 (Z2Q10S3)

- dětská autosedačka: skupiny 3
- uchycení ISOFIX: Ne
- předpínač pásů: Ano

Hodnocení dle protokolu Euro NCAP v. 7.0.1. :

ZKOUŠKA 2.		vyšší limit	nižší limit	Q6		Q10		
Hlava	HIC15	500	700	371,29	4	145,78	4	
	Výsledné zrychlení 3ms [g]	87	100	61,2		55,51		
Horní část krku	Síla Fz [kN]	1,7	2,62	1,79	1,8	1,87	1,63	
Hrud'	Výsledné zrychlení 3ms [g]	41	55	55,58	0	32,6	2	
Pohyb hlavy vpřed [mm]		Q6	-	550	<550	✓	<450	✓
		Q10	450	550				
Podklouznutí bezpečnostního pásu		Ano/Ne		Ne	✓	Ne	✓	
Vypadnutí z vozidla		Ano/Ne		Ne	✓	Ne	✓	
CELKEM					5,8		7,63	

Naměřené hodnoty Min/Max :

Hlava		Q6	Q10
Ax [g]	Max	48,4629227	72,78077
	Min	7,3577E-06	3,16E-08
Ay [g]	Max	15,2017077	31,3812
	Min	5,098E-06	1,9E-06
Az [g]	Max	52,2377947	39,97398
	Min	2,5806E-05	5,35E-05

Hrud'		Q6	Q10
Ax [g]	Max	43,7247805	32,09146
	Min	8,4592E-06	4,48E-06
Ay [g]	Max	50,4655414	19,10847
	Min	5,9749E-07	2,65E-07
Az [g]	Max	37,6560085	24,30259
	Min	5,2551E-05	9,39E-07

Krk		Q6	Q10
Fx [kN]	Max	0,629745	0,510259
	Min	1,34E-07	1,19E-07
Fy [kN]	Max	0,355874	0,225945
	Min	3,59E-07	8,2E-08
Fz [kN]	Max	1,791153	2,518646
	Min	9,79E-07	8,01E-07
Mx [Nm]	Max	24,62512	19,00809
	Min	3,512869	4,26E-06
My [Nm]	Max	61,49268	28,36215
	Min	1,54E-05	0,000135
Mz [Nm]	Max	5,205542	5,243369
	Min	5,37E-06	4E-07

### Příloha 3:

#### Zkouška 3. - částečný čelní náraz

Nárazová rychlost: 64,33 km/h

Figurína Q6 (Z3Q6S2AX2)

- dětská autosedačka: skupiny 2 (se zádivou částí) typ 2
- uchycení ISOFIX: Ne
- předpínač pásů: Ano

Figurína Q10 (Z3Q10S3IF)

- dětská autosedačka: skupiny 3 (podsedák)
- uchycení ISOFIX: Ano

předpínač pásů: Ano

Hodnocení dle protokolu Euro NCAP v. 7.0.1. :

ZKOUŠKA 3.		vyšší limit	nižší limit	Q6		Q10		
Hlava	HIC15	500	700	212,72	4	147,37	4	
	Výsledné zrychlení 3ms [g]	87	100	47,34		40,77		
Horní část krku	Síla Fz [kN]	1,7	2,62	1,36	2	1,79	1,8	
Hrud'	Výsledné zrychlení 3ms [g]	41	55	47,21	1,11	35,87	2	
Pohyb hlavy vpřed [mm]		Q6	-	550	<550	✓	<450	✓
		Q10	450	550				
Podklouznutí bezpečnostního pásu		Ano/Ne		Ne	✓	Ne	✓	
Vypadnutí z vozidla		Ano/Ne		Ne	✓	Ne	✓	
CELKEM					7,11		7,8	

Naměřené hodnoty Min/Max :

Hlava		Q6	Q10
Ax [g]	Max	39,2635771	26,74147
	Min	1,1983E-05	3,91E-06
Ay [g]	Max	11,1953722	13,089
	Min	7,4622E-08	7,31E-06
Az [g]	Max	38,9731587	41,59345
	Min	8,7433E-05	2,71E-05

Hrud'		Q6	Q10
Ax [g]	Max	32,2596643	32,93038
	Min	1,0484E-05	3,27E-05
Ay [g]	Max	29,4553762	16,66274
	Min	1,6327E-06	1,41E-07
Az [g]	Max	30,597576	31,23563
	Min	1,7571E-05	9,35E-05

Krk		Q6	Q10
Fx [kN]	Max	0,625702	0,493322
	Min	2,24E-06	3,52E-07
Fy [kN]	Max	0,217162	0,191026
	Min	1,53E-07	4,17E-08
Fz [kN]	Max	1,360405	1,788197
	Min	2,77E-07	1,58E-08
Mx [Nm]	Max	16,49293	16,49293
	Min	7,89E-07	1,7E-05
My [Nm]	Max	51,86114	14,59232
	Min	3,55E-05	5,67E-06
Mz [Nm]	Max	5,426595	3,888473
	Min	2,88E-06	5,91E-06

## Příloha 4:

### Zkouška 4. – boční náraz

Nárazová rychlost: 50,16 km/h

Figurína Q1,5 (Z4Q1,5S0)

- dětská autosedačka: skupina 0 (upevněna na adaptéru s opěrnou nohou)
- uchycení ISOFIX: Ano
- předpínač pásů: Ano
- hlavový airbag: Ano

Figuríny Q3 (Z4Q3S1)

- dětská autosedačka: skupiny 1
- uchycení ISOFIX: Ano + Top Tether slouží jako třetí kotevní bod
- předpínač pásů: Ano

Hodnocení dle protokolu Euro NCAP v. 6.5.1. :

ZKOUŠKA 4.		vyšší limit	nižší limit	Q1,5		Q3	
Ochrana hlavy uvnitř CRS		Ano/Ne		Ano		Ano	
Kontakt hlavy s CRS		Ano/Ne		Ano	4	Ano	4
Hlava	Výsledné zrychlení 3ms [g]	72	88	65,76		28,23	
CELKEM					4		4

Naměřené hodnoty Min/Max :

Hlava		Q1,5	Q3
Ax [g]	Max	4,74973699	15,62582
	Min	0,0036124	0,000784
Ay [g]	Max	65,1846452	18,21002
	Min	0,00010375	0,00093
Az [g]	Max	30,6479265	23,92797
	Min	0,00062935	0,002381

Hrud'		Q1,5	Q3
Ax [g]	Max	10,315443	8,475058
	Min	5,3058E-06	1,49E-05
Ay [g]	Max	57,549624	21,58049
	Min	1,898E-05	6,01E-05
Az [g]	Max	6,86876339	8,099861
	Min	3,1679E-06	2,75E-06

Krk		Q1,5	Q3
Fx [kN]	Max	0,097443	0,304532
	Min	1E-08	5,96E-07
Fy [kN]	Max	0,316004	0,259644
	Min	1,4E-07	6,96E-08
Fz [kN]	Max	0,891838	0,587986
	Min	1,62E-07	8,94E-08
Mx [Nm]	Max	20,13891	20,13891
	Min	1,13E-05	1,41E-05
My [Nm]	Max	4,772074	10,5818
	Min	1,72E-06	2,69E-06
Mz [Nm]	Max	5,718393	9,74536
	Min	2,48E-06	1,6E-06

## Příloha 5:

### Zkouška 5. - boční náraz

Nárazová rychlost: 50,83 km/h

Figurína Q6 (Z5Q6S2AX1)

- dětská autosedačka: skupiny 2 (se zádivou částí)
- uchycení ISOFIX: Ne
- předpínač pásů: Ano

Figurína Q10 (Z5Q10S3IF)

- dětská autosedačka: skupiny 3 (podsedák)
- uchycení ISOFIX: Ano
- předpínač pásů: Ano
- hlavový airbag: Ano
- boční airbag: Ne

Hodnocení dle protokolu Euro NCAP v. 7.0.1. :

ZKOUŠKA 5.		vyšší limit	nižší limit	Q6		Q10	
Hlava	HIC15	500	700	74,01	2	106,98	2
	Výsledné zrychlení 3ms [g]	72	88	31,21		38,2	
Horní část krku	Výsledná síla	Q6 [kN]	-	2,4	1	0,47	1
		Q10 [kN]	-	2,2		0,53	
Dolní část krku	Výsledná síla	Q6 [kN]	-	2,4	1	0,53	1
		Q10 [kN]	-	2,2		29,58	
Hrud'	Výsledné zrychlení 3ms [g]	67	67	27,51	1	29,58	1
Vypadnutí z vozidla		Ano/Ne		Ne	✓	Ne	✓
CELKEM					4		4

Naměřené hodnoty Min/Max :

Hlava		Q6	Q10
Ax [g]	Max	8,17390824	10,94827
	Min	0,00242799	9,17E-06
Ay [g]	Max	26,8497542	37,72106
	Min	0,00124139	0,001665
Az [g]	Max	21,5820765	17,84241
	Min	0,00189254	0,003004

Hrud'		Q6	Q10
Ax [g]	Max	41,8695749	30,29172
	Min	2,3695E-05	9,43E-07
Ay [g]	Max	25,8537588	31,66684
	Min	7,1188E-06	3,89E-06
Az [g]	Max	8,14255195	5,951278
	Min	5,7813E-07	4,51E-05

Krk		Q6	Q10
Fx [kN]	Max	0,230112	0,184071
	Min	1,66E-10	8,6E-09
Fy [kN]	Max	0,251491	0,259138
	Min	3,67E-08	8,45E-07
Fz [kN]	Max	0,735073	0,405888
	Min	2,19E-07	3E-06
Mx [Nm]	Max	28,26717	28,26717
	Min	1,74E-07	5,17E-05
My [Nm]	Max	15,34383	9,077994
	Min	5,72E-06	5,42E-07
Mz [Nm]	Max	17,66532	10,87866
	Min	1,01E-05	3,52E-05

## Příloha 6:

### Zkouška 6. - boční náraz

Nárazová rychlost: 50,06 km/h

Figurína Q6 (Z6Q6S2AX2)

- dětská autosedačka: skupiny 2 (se zádivou částí)
- uchycení ISOFIX: Ne
- předpínač pásů: Ano

Figurína Q10 (Z6Q10S3)

- dětská autosedačka: skupiny 3 (podsedák)
- uchycení ISOFIX: Ne
- předpínač pásů: Ano
- hlavový airbag: Ano
- boční airbag: Ne

Hodnocení dle protokolu Euro NCAP v. 7.0.1. :

ZKOUŠKA 6.			vyšší limit	nižší limit	Q6		Q10	
Hlava	HIC15		500	700	61,02	2	100,2	2
	Výsledné zrychlení 3ms [g]		72	88	28,4		37,24	
Horní část krku	Výsledná síla	Q6 [kN]	-	2,4	0,77	1	0,49	1
		Q10 [kN]	-	2,2				
Dolní část krku	Výsledná síla	Q6 [kN]	-	2,4	0,87	1	0,49	1
		Q10 [kN]	-	2,2				
Hrud'	Výsledné zrychlení 3ms [g]		67	67	31,68	1	32,28	1
Vypadnutí z vozidla			Ano/Ne		Ne	✓	Ne	✓
CELKEM						4		4

Naměřené hodnoty Min/Max :

Hlava		Q6	Q10
Ax [g]	Max	8,50473211	9,41023
	Min	1,0759E-05	5,04E-06
Ay [g]	Max	23,9461722	36,64626
	Min	9,842E-06	1,16E-05
Az [g]	Max	24,5244874	15,76193
	Min	7,33E-05	4,59E-05

Hrud'		Q6	Q10
Ax [g]	Max	52,2588718	37,17302
	Min	8,4684E-06	5,59E-07
Ay [g]	Max	23,9178166	28,81816
	Min	2,7738E-06	2,6E-06
Az [g]	Max	10,7997449	9,427407
	Min	2,4114E-06	3,45E-06

Krk		Q6	Q10
Fx [kN]	Max	0,255991	0,160159
	Min	1,24E-06	1E-06
Fy [kN]	Max	0,173054	0,374887
	Min	1,73E-06	6,19E-07
Fz [kN]	Max	0,73246	0,462694
	Min	3,6E-07	2,37E-07
Mx [Nm]	Max	27,81183	27,81183
	Min	1,28E-18	7,04E-06
My [Nm]	Max	20,15849	8,116344
	Min	1,62E-20	2,16E-06
Mz [Nm]	Max	12,93615	8,591964
	Min	2,13E-18	5,4E-06

## Příloha 7:

### Zkouška 7. - boční náraz

Nárazová rychlost: 50,33 km/h

Figurína Q6 (Z7Q6S2AX1)

- dětská autosedačka: skupiny 2 (se zádivou částí)
- uchycení ISOFIX: Ne
- předpínač pásů: Ano
- 

Figurína Q10 (Z7Q10S3IFBA)

- dětská autosedačka: skupiny 3 (podsedák)
- uchycení ISOFIX: Ano
- předpínač pásů: Ano
- hlavový airbag: Ano
- boční airbag: Ano

Hodnocení dle protokolu Euro NCAP v. 7.0.1. :

ZKOUŠKA 7.			vyšší limit	nižší limit	Q6		Q10	
Hlava	HIC15		500	700	73,18	2	102,55	2
	Výsledné zrychlení 3ms [g]		72	88	31,85		36,36	
Horní část krku	Výsledná síla	Q6 [kN]	-	2,4	0,65	1	1,07	1
		Q10 [kN]	-	2,2				
Dolní část krku	Výsledná síla	Q6 [kN]	-	2,4	0,69	1	1,07	1
		Q10 [kN]	-	2,2				
Hrud'	Výsledné zrychlení 3ms [g]		67	67	27,54	1	28,54	1
Vypadnutí z vozidla			Ano/Ne		Ne	✓	Ne	✓
CELKEM						4		4

Naměřené hodnoty Min/Max :

Hlava		Q6	Q10
Ax [g]	Max	15,2279775	12,55941
	Min	4,4987E-06	1,05E-05
Ay [g]	Max	22,3751404	34,52852
	Min	1,7434E-05	6,98E-06
Az [g]	Max	21,7548051	29,45745
	Min	1,7574E-05	8,5E-06

Hrud'		Q6	Q10
Ax [g]	Max	37,8831923	28,14111
	Min	3,1989E-06	4,96E-05
Ay [g]	Max	26,7071037	27,64423
	Min	0,00015006	3,07E-06
Az [g]	Max	8,08734367	11,90546
	Min	1,1616E-05	2,32E-07

Krk		Q6	Q10
Fx [kN]	Max	0,267205	0,272972
	Min	8,08E-07	3,19E-07
Fy [kN]	Max	0,108042	0,335286
	Min	1,76E-07	4,92E-07
Fz [kN]	Max	0,616934	1,059334
	Min	5,86E-07	1,35E-06
Mx [Nm]	Max	20,52604	20,52604
	Min	1,1E-06	5,59E-06
My [Nm]	Max	15,36117	12,69535
	Min	6E-06	0,000342
Mz [Nm]	Max	30,72695	6,338427
	Min	1,39E-06	5,35E-05

