

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra vozidel a pozemní dopravy**



**Bakalářská práce**

**Aktivní a pasivní bezpečnost osobních automobilů se  
zaměřením na sedadla**

**Luděk Čeřovský**

**© 2020 ČZU v Praze**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Luděk Čeřovský

Zemědělská specializace  
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Aktivní a pasivní bezpečnost osobních automobilů se zaměřením na sedadla

Název anglicky

Active and passive safety of passenger cars with a focus on seats

---

Cíle práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku bezpečnosti vozidel.

Hlavním cílem práce bude vytvořit přehled pasivních prvků bezpečnosti vozidel. Dílčím cílem bude testování bezpečnosti a pevnosti sedadel, jejich zádržných systémů pro použití dětských sedadel při zohlednění zákonných požadavků na zkoušky.

Metodika

Metodika řešení problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Praktická část práce se bude věnovat testování bezpečnosti sedadel v závislosti na hodnocení Euro NCAP. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků hodnocení budou formulovány závěry bakalářské práce.

Práce bude zpracována dle osnovy:

- 1 Úvod
- 2 Cíl a metodika práce
- 3 Přehled řešené problematiky
- 4 Praktická část práce
- 5 Závěr
- 6 Seznam použitých zdrojů
- 7 Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

30 až 60 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

**Klíčová slova**

bezpečnost, sedadlo, NCAP, vozidlo

---

**Doporučené zdroje informací**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. DOPRAVNÍ FAKULTA, – ŠATOCHIN, V. – KOVANDA, J. *Pasivní bezpečnost vozidel*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02235-8.

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

KOVANDA, J. – MÍK, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. TECHNICKÁ FAKULTA. *Pasivní bezpečnost vozidel a vliv informačních technologií : doktorská disertační práce*. Dizertační práce. Praha: 2015.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/2020 LS – TF

**Vedoucí práce**

Ing. Veronika Hartová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vozidel a pozemní dopravy

---

Elektronicky schváleno dne 21. 1. 2019

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2020

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Aktivní a pasivní bezpečnost osobních automobilů se zaměřením na sedadla, vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 20.04.2020

---

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval především vedoucí bakalářské práce Ing. Veronice Hártové, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce.

# **Aktivní a pasivní bezpečnost osobních automobilů se zaměřením na sedadla**

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá problematikou aktivní a pasivní bezpečnosti automobilu. První část práce popisuje historii pasivní a aktivní bezpečnosti. V další části jsou uvedeny základní kategorie aktivní a pasivní bezpečnosti a jejich využití pro ochranu cestujících. Třetí část podrobně seznamuje s hodnocením Euro NCAP. Především se zaměřuje na udělení bodů a celkové hodnocení pomocí hvězd. Hodnocení Euro NCAP se stalo velmi oblíbené pro zákazníky všech značek automobilů v Evropě. Poslední část se věnuje zkouškám a jejich výsledkům. První zkouškou je bezpečnost a pevnost sedadel a jejich ukotvení. Zkouška druhá je zaměřená na zádržný systém dětských sedadel Isofix. Obě tyto zkoušky byly fyzicky provedeny v certifikované zkušebně pro vývoj automobilů.

**Klíčová slova:** bezpečnost; sedadlo; Euro NCAP; vozidlo; Isofix

# **Active and passive safety of passenger cars with a focus on seats**

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the issue of active and passive car safety. The first part describes the history of passive and active safety. In the next part there are basic categories of active and passive safety and their use for passenger protection. The third part introduces the Euro NCAP assessment in detail. Above all, it focuses on awarding points and overall rating using stars. The Euro NCAP rating has become very popular with customers of all car brands in Europe. The last part is dedicated to tests and their results. The first test is about safety and strength of the seats and their anchorages. The second test is focused on the child seat restraint system Isofix. Both of these tests were physically performed in a certified testing laboratory for car development.

**Keywords:** safety; seat; Euro NCAP; vehicle; Isofix

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl a metodika práce .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Přehled řešené problematiky .....</b>	<b>4</b>
3.1 Vznik a historie aktivní a pasivní bezpečnosti.....	4
3.2 Rozdělení bezpečnostních prvků.....	7
3.2.1 Aktivní prvky bezpečnosti.....	8
3.2.1.1 Systém ABS.....	9
3.2.1.2 EDS.....	10
3.2.1.3 ASR .....	11
3.2.1.4 ESP .....	12
3.2.1.5 ACC .....	13
3.2.1.6 Asistenční systémy podporující řidiče.....	13
3.2.2 Pasivní prvky bezpečnosti .....	16
3.2.2.1 Airbagy .....	16
3.2.2.2 Bezpečnostní pásy .....	18
3.2.2.3 Deformační zóny .....	20
3.3 Hodnocení Euro NCAP .....	21
3.3.1 Rozdělení kategorií dle Euro NCAP.....	23
3.3.2 Vyhodnocování testů Euro NCAP .....	25
3.3.3 Bodové ohodnocení .....	26
3.3.4 Výsledné hodnocení.....	27
<b>4 Praktická část práce.....</b>	<b>29</b>
4.1 Testování bezpečnosti a pevnosti sedadel.....	29
4.1.1 Zkouška bezpečnosti sedadel proti posuvu zavazadel.....	33
4.1.1.1 Postup zkoušky .....	34
4.1.2 Zádržné systémy pro použití dětských sedadel (Isofix).....	37
4.1.2.1 Rozdělení dětských autosedaček .....	38
4.1.2.2 Pásy u dětských sedaček se systémem Isofix .....	40
4.1.2.3 Zkouška pevnosti úchytných systémů Isofix.....	40
<b>5 Závěr.....</b>	<b>44</b>
<b>6 Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>46</b>
<b>7 Přílohy.....</b>	<b>52</b>



# 1 Úvod

Automobil se stal v průběhu 21. století nedílnou součástí každodenního života. V počátcích vývoje automobilu byl kladen důraz spíše na zvyšování komfortu, výkon motoru a vybavenost vozidla. S nárůstem smrtelných nehod museli výrobci přistoupit ke zvýšení bezpečnosti tehdejších automobilů. Na počátku 20. století začaly přicházet první nápady bezpečnostních prvků. Nejdříve byly vyvinuty pasivní prvky bezpečnosti automobilu. V průběhu 20. století do automobilů postupně výrobci zařazovali elektronické zařízení, což umožnilo vývoj aktivních bezpečnostních prvků.

Cílem vývoje stále nových aktivních bezpečnostních prvků je zvyšování komfortu jízdy a zjednodušení ovládání automobilu. Moderní řidič, především při dlouhých cestách, ocení asistenční systémy jako automaticky adaptabilní tempomat, ABS, ESP nebo systém pro kontrolu mrtvého úhlu. Při jízdě v noci nebo ve zhoršených viditelnostních podmínkách jako jsou mlha, hustý déšť nebo sněžení jsou výrazně prospěšné adaptivní LED světlometry nebo systém nouzového brždění v kritických situacích. To může být například střet s lesní zvěří. V případě, že dojde k dopravní nehodě, posádka chrání pasivní bezpečnostní prvky. Tyto prvky fungují nejlépe ve vzájemné spolupráci a poskytují nejvyšší míru bezpečí, za předpokladu, že jsou správně využité. Posádka je navíc chráněna v případě, že správně dodržuje použití bezpečnostního pásu, které udrží posádku na určeném místě, a tak zabezpečí správné fungování airbagu. Dosažení nejvyššího stupně bezpečnosti je nutné použití bezpečnostního pásu, který zaručí osobám, že osoba zůstane na určeném místě bezpečném prostoru posádky. V opačném případě často dochází k vymrštění posádky z vozidla.

Prostor posádky chrání z vnější části deformační zóny, které při správně navržené konstrukci prodlouží dobu nárazu, čímž při nárazu sníží celkové přetížení působící na lidské tělo. Z vnitřní strany je prostor posádky chráněn airbagy, které mají za úkol ochránit pasažéry před poraněním o pevné části interiéru vozu. Všechny prvky bezpečnosti nejsou v dnešní době doménou pouze drahých a luxusních značek automobilů, ale můžeme je vidět i u automobilů nižších tříd a levnějších typů. V době 21. století musí automobilky striktně splňovat zákonem stanovené požadavky na bezpečnost celého automobilu, a to včetně ochrany chodců.

Pro hodnocení kvality a počtu bezpečnostních prvků jak aktivních, tak pasivních, vzniklo mnoho certifikovaných zkušeben, které mají vždy svá vlastní jasná pravidla

hodnocení. Cílem této práce je přiblížit činnost evropské společnosti Euro NCAP sídlící v Belgii. Společnost je u automobilových výrobců v Evropě považována za nejlepší nejen z hlediska marketingové reklamy, ale i z důvodu kvality a správnosti výsledků. Zkoušky podle Euro NCAP, nejsou dle zákona povinné, jsou však především skvělou odpovědí všem zákazníkům automobilek, kterým záleží na bezpečném řízení a ochraně druhých. Testy jsou prováděny dle daných kategorií, do nichž patří bezpečnost posádky, ochrana dětí, ochrana chodců a bezpečnostní asistenti. Všechny kategorie jsou hodnoceny hvězdičkovým systémem, který bude představen v práci.

Poslední část bakalářské práce má za cíl prověřit dvě reálně provedené fyzické zkoušky. Tyto zkoušky se v praxi provádí, aby mohly být dodrženy zákonem požadované podmínky pro výrobu vozidel a poukázaly na případné problémy v bezpečnosti pasažérů. Byla provedena zkouška bezpečnosti a pevnosti zadních sedadel (nárazu zavazadel ze zavazadlového prostoru) a zkouška zádržných systémů pro použití dětských sedadel (Isofix). V této části je také popsána stručná teorie týkající se sedadel a systému Isofix. Cílem je však samotné provedení a zhodnocení obou těchto zkoušek. Pouhá znalost informací může mít kladný vliv na vnímání bezpečnosti cestujících v automobilu.

## **2 Cíl a metodika práce**

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku bezpečnosti vozidel. Hlavním cílem práce bude vytvořit přehled pasivních prvků bezpečnosti vozidel. Dílčím cílem bude testování bezpečnosti a pevnosti sedadel, jejich zádržných systémů pro použití dětských sedadel při zohlednění zákonných požadavků na zkoušky.

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Praktická část práce se bude věnovat testování bezpečnosti sedadel v závislosti na hodnocení Euro NCAP. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků hodnocení budou formulovány závěry bakalářské práce.

### 3 Přehled řešené problematiky

Dnešní vozidla jsou vybavena mnohými technologiemi, které mají za účel udržet posádku vozidla v bezpečí a chránit osoby vyskytující se v okolí vozidla. Automobily obsahují elektronické systémy, které pomáhají řidiči při různých úkonech během jízdy. Hlavní úlohou bezpečnostních prvků je snížení pravděpodobnosti vzniku dopravní kolize a minimalizace následků v případě, že ke kolizi dojde. Předcházení dopravním nehodám má docházet za pomoci aktivních bezpečnostních prvků. Druhou skupinou tvoří prvky pasivní bezpečnosti, které jsou aktivovány, až když dojde k samotné nehodě. Jejich cílem je tedy zmírnit následky nehody. [1]

#### 3.1 Vznik a historie aktivní a pasivní bezpečnosti

Z počátku byla vozidla konstruována hlavně jako přepravní prostředky a nějaký bezpečnostní prvek v interiéru bychom hledali velmi obtížně. Hustota vozidel byla proti dnešku značně nižší a auta nedosahovala vysokých rychlostí. Vzhledem k tomu nebyly následky nehod tak vážné, a proto se pracovalo hlavně na zvyšování výkonu, komfortu a spolehlivosti. [1]

Historie bezpečnosti vozidel začala psát pravděpodobně po tom, co byla v srpnu 1869 v Irsku zaznamenaná první smrtelná nehoda. Tato událost vyvolala potřebu zvýšit bezpečnost vozidel a silnic pro ochranu nejen řidičů, ale také chodců. Prvním bezpečnostním prvkem se stal čtyřkolový hydraulický brzdící systém, který se poprvé objevil v roce 1892 ve vozidle Duesenburg model A (Obr. 1).



*Obr. 1 Duesenburg model A [2]*

Jako další prvek bezpečnosti se v roce 1930 objevilo bezpečnostní sklo, které se stalo standardní součástí automobilů Ford. Sklo bylo třívrstvé a odolné vůči rozštěpení, aby se eliminovalo nebezpečí létajícího skla, které při nehodách způsobovalo mnoho zranění. V roce 1934 byl společností General Motors proveden první nárazový test. Dva roky poté přidali výrobci automobilů Chrysler, Dodge a Plymouth prvky pro zvýšení bezpečí jako zapuštěné ovládací prvky, stěrače čelního skla vyrobené z gumy, zaoblené kliky dveří a silně polstrované zadní části předních sedadel pro zajištění ochrany zadních cestujících. Chrysler byl v roce 1949 prvním výrobcem automobilů, který přišel se standardními kotoučovými brzdami. [3]

Již v 19. století přišel jako první s myšlenkou bezpečnostního pásu vynálezce George Cayley. Tento pás však posloužil pouze v leteckém průmyslu. První bezpečnostní pětibodový pás pro automobil vynalezl v roce 1903 Louis Renault. Převzala jej automobilka Volvo a poté z něj vyvinula dodnes používaný 3 bodový pás (viz Obr. 2), který se stal součástí standardní výbavy všech jejích vozidel. [3]



*Obr. 2 První bezpečnostní tříbodový pás ve vozech Volvo [4]*

Vynálezcem tohoto pasivního bezpečnostního prvku byl konstruktér společnosti Volvo, Nils Bohlin. Roku 1959 se jeho vynález stal největším pokrokem v historii automobilové bezpečnosti. Následující rok uvedlo Volvo další novinku v oblasti bezpečnosti, kterou byla čalouněná přístrojová deska. Jejím účelem bylo zmírnit zranění

hlavy nebo hrudníku při čelním náraze. V 80. letech všechny země začaly postupně přijímat zákony, které stanovovaly povinnost používání bezpečnostních pásů na předních sedadlech, případně i na sedadlech zadních, pokud zde byly umístěny. Pro Evropu toto nařízení vešlo v platnost v roce 1991. [5]

V letech 1970-1980 byly použity pro zabezpečení automobilů nové technologie, které zahrnovaly použití elektroniky a bylo přijato mnoho nových legislativních opatření. Objevil se další důležitý prvek, airbag. Zpočátku byl dodáván do automobilů jenom na požádání, což nepřineslo dostatečný odbyt. Až společnost Mercedes Benz přišla s novinkou, kdy se airbag stal doplňkem bezpečnostního pásu, nikoli jeho náhradou. Princip funkce spočíval v zabudování senzoru, pomocí kterého se při detekování nárazu nejen předeplnily pásy, ale také se spustil airbag. V luxusním modelu W126 se v roce 1981 poprvé objevil dokonce volant vybavený airbagem. Vždy se ale jednalo pouze o doplňkovou nadstandardní výbavu. Až v roce 1987 se Porsche 944 Turbo stalo prvním vozidlem s airbagem řidiče i spolujezdce v základní výbavě. Volvo, automobilka vyrábějící pravděpodobně nejbezpečnější vozy na světě, přišlo jako první také s myšlenkou bočních airbagů použitých v modelu 850. O rok později se přidává automobilka Kia s kolenním airbagem ve svém SUV modelu Kia Sportage. [6]

Snaha vymyslet systém, který by zabránil blokování kol z důvodu prudkého brzdění automobilu, existovala již počátkem 20. století a nastartovala počátky aktivní bezpečnosti. Roku 1936 přihlásila svůj patent Firma Bosch, ovšem až s nástupem elektroniky mohl být vyvinut dostatečně rychlý a také spolehlivý systém pro automobilové použití. Elektronicky řízené ABS představila Firma Bosch v roce 1978 a našlo své uplatnění v komerčním voze jako nadstandardní výbava Mercedesu Benz třídy S nebo také vozu BMW 7. Společnost Bosch však nadále systém ABS rozvíjela, výsledkem, čeho byl vývoj a vznik dalších elektronických systémů jako ASR, který při rozjíždění brání protáčení kol poháněné nápravou sníženým výkonem motoru nebo elektronický stabilizační systém ESP. ESP má svými zásahy pomáhat zvládnout obtížné jízdní situace s využitím elektronického systému podvozku jako protiskluzové systémy a ABS. Od roku 2014 je platné nařízení Evropské Unie, které udává povinnost vybavení všech vyráběných automobilů systémem ESP.[7]

Volvo roku 1986 představilo v USA další novinku v rámci zvyšování bezpečnosti silničního provozu, kterým bylo brzdové světlo umístěné uprostřed zadního skla. Až koncem 90. let se tato novinka objevila v Evropě. Toto světlo využívalo polovodičové LED diody, vyznačující se velmi krátkou dobou reakce, díky čemuž řidič jedoucí bezprostředně

za vozidlem mohl rychleji zareagovat. Dnes se u brzdných světel používají výhradně LED diody, právě pro jejich schopnost plného rozsvícení za velmi krátkou dobu a také pro jejich dlouhou životnost. [7]

Pro testování bezpečnosti nových vozů byl počátkem roku 1996 ve Velké Británii vytvořen program testů NCAP, který se následně rozšířil do celé Evropy. S podporou Evropské komise, vlády Švédska, Francie, Španělska, Nizozemí a Německa a také spotřebitelských a motoristických organizací vznikla nezávislá organizace Euro NCAP, která začala fungovat ještě téhož roku. Ze začátku byla hodnocena pouze bezpečnost dospělých osob na předních sedadlech a chodců. Až v roce 2003 se začala hodnotit také bezpečnost dětí v ochranných zádržných systémech. Prvním automobilem se ziskem pěti hvězdiček v hodnocení Euro NCAP se stal, od společnosti Renault, model Laguna z roku 2001 (Obr. 3). Vývoj asistenčních systémů, jako varování řidiče při vybočení z jízdního pruhu, odstartovala automobilka Citroen se svými modely C4 a C5 z roku 2005. Dva roky později přidala opět značka Volvo asistenční systém pro kontrolování mrtvého úhlu. Rychlý vývoj bezpečnostních prvků způsobil změnu hodnocení vozidel v testech Euro NCAP od roku 2009. [8]



*Obr. 3 Renault Laguna 2001 [9]*

### **3.2 Rozdělení bezpečnostních prvků**

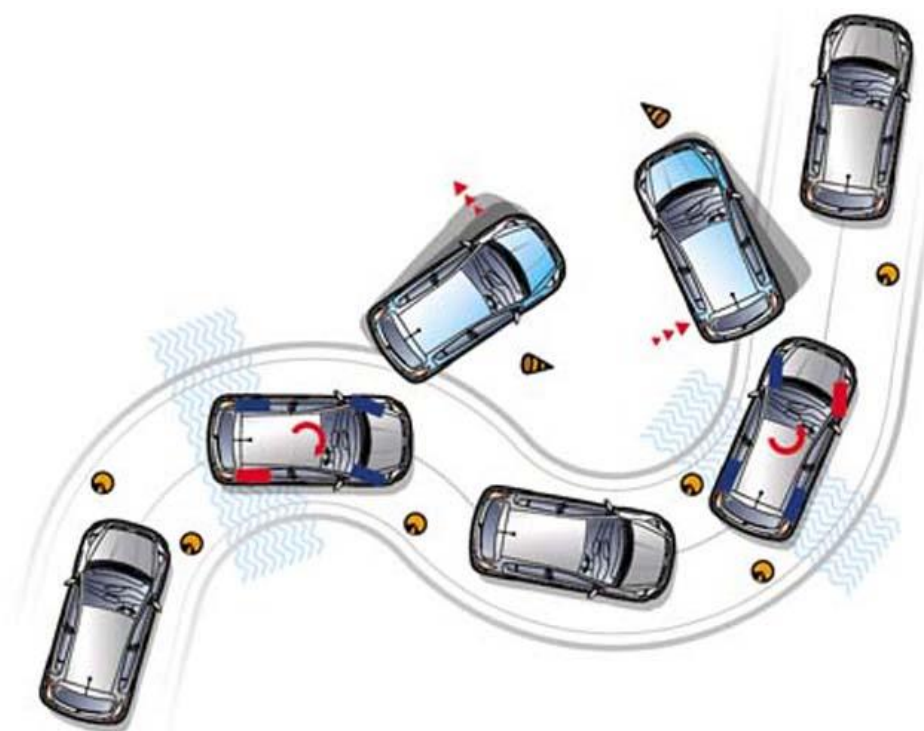
Samotné prvky bezpečnosti je možné rozdělit do dvou skupin:

- aktivní prvky bezpečnosti,
- pasivní prvky bezpečnosti.

První skupinu tvoří systémy, které mají zabránit a napomáhat v předcházení nehod, tedy působí ještě před nehodou. Skupina druhá zahrnuje prvky, které jsou aktivovány, až když k nehodě dojde, a zmírňují její následky. [7]

### 3.2.1 Aktivní prvky bezpečnosti

Pod pojem aktivní bezpečnosti spadají technická zařízení, systémy a vlastnosti vozidla, které pomáhají předejít nebo zabránit dopravním nehodám. Dříve mezi aktivní prvky bezpečnosti patřily především prvky, které zajišťovaly komfortní a příjemnou cestu, například kvalitní brzdy, výkonný motor, spolehlivé jízdní vlastnosti, optimální trakce a přesné řízení. Dnešní doménou aktivní bezpečnosti je především oblast elektronických asistenčních systémů. Sem patří celá řada protiblokovacích, protiprokluzových a jiných stabilizačních systémů (Obr. 4). [10]



*Obr. 4 Příklad fungování stabilizačních systémů [10]*

Z hlediska aktivní bezpečnosti je také důležité pohodlí řidiče, sledování únavy a také minimalizace rizika mikrospánku (Obr. 5). Bezpečnou a komfortní jízdu zajistí správná ergonomie vozu, dobrý výhled, teplota kabiny, aktivní tempomat, parkovací asistent, radarové systémy a mnoho dalších asistentů přispívajících ke zvýšení bezpečnosti jízdy. [1] [10]

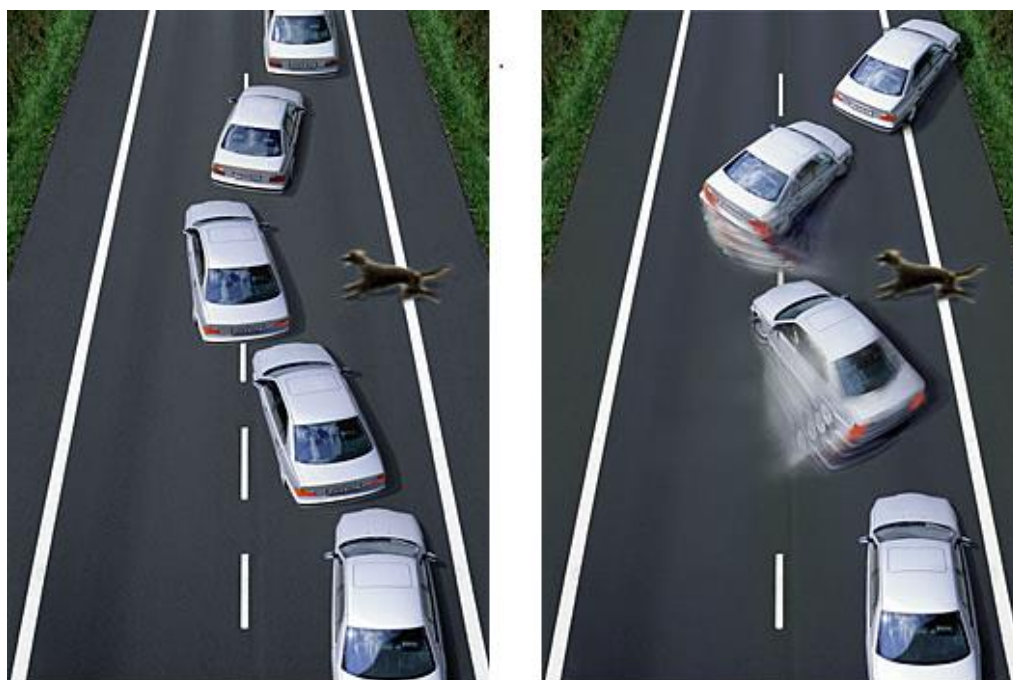




*Obr. 5 Asistent pozornosti s doporučením na přestávku [10]*

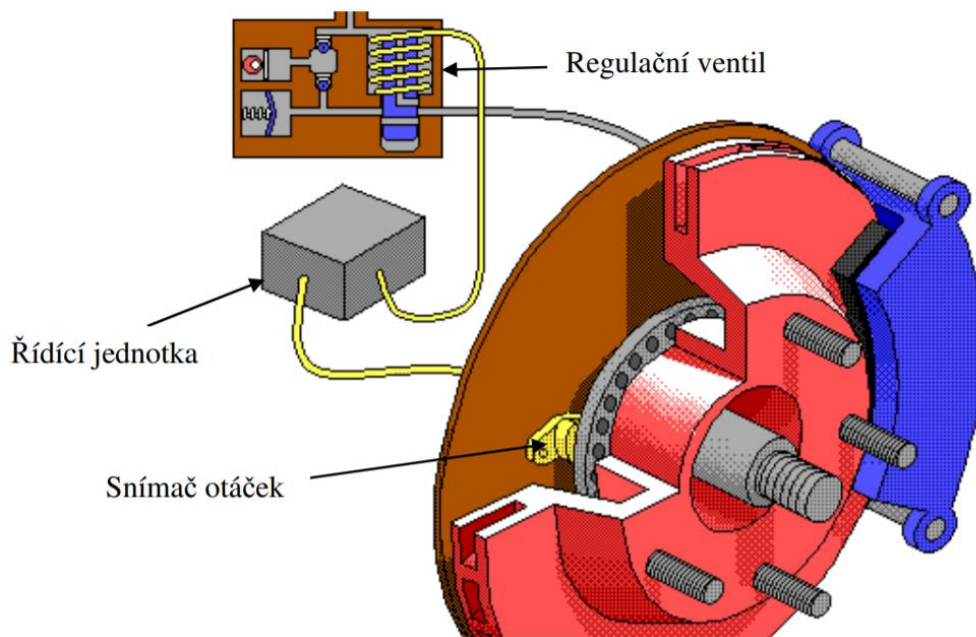
### 3.2.1.1 Systém ABS

Toto je ve vozidlech nejpoužívanější elektronický systém, který má za účel co největší zkrácení brzdné dráhy spolu se zachováním stability směru a ovládatelnosti vozidla, jak na kluzké dráze, tak při lekavé reakci řidiče na náhlou překážku (Obr. 6). [11]



*Obr. 6 vyhýbací manévr vozidla s ABS (vlevo) a vozidla bez ABS (vpravo) [11]*

Systém brání blokování kol při prudkém brzdění automatickou regulací brzdné síly v třmenech brzd a brzdnou sílu udržuje na hranici adheze. Na každém kole se nachází snímač otáček, který dává informace řídicí jednotce o aktuální rychlosti otáčení tohoto kola (Obr. 7). [11]



Obr. 7 Základní části systému ABS [11]

Pokud řídicí jednotka vyhodnotí, že se některé kolo otáčí výrazně pomaleji a je toto kolo zablokované, sníží brzdný tlak na toto kolo, dokud se neuvolní. Tento děj je periodicky opakován dvanáctkrát až šestnáctkrát za sekundu, čím systém zajistí stále otáčení kol a řidič dostává zpětnou vazbu od vozidla v podobě tzv. „kopání“ brzdového pedálu. Upozornění dostává v současnosti také řidič vozidla jedoucího za brzdícím vozidlem v podobě blikajících výstražných světel. [11]

### 3.2.1.2 EDS

EDS je elektronicky řízený systém uzávěry diferenciálu. Tento systém samočinně přibrzdí hnací kolo při protáčení za účelem vyrovnání silových poměrů na obou hnacích kolech. Uzávěra diferenciálu umožní přenesení výkonu na kolo, které má aktuálně lepší adhezní podmínky. Ke své funkci využívá existující části ABS systému. Uplatní se nejvíce v zimních měsících při rozjíždění kol z různých povrchů najednou, nebo při jízdě po povrchu se sníženou adhezí. Příklady rozdělení silových poměrů mezi koly při různých podmínkách jsou uvedeny na obrázku (Obr. 8). [12]

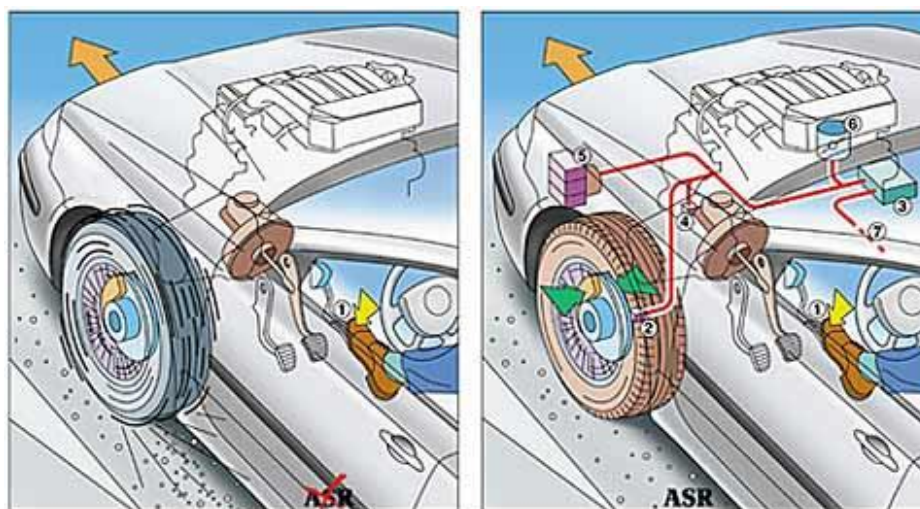
Rozdělení točivého momentu v různých jízdních situacích – součinnost spojky Haldex a brzdových systémů (ABS, ASR, EDS)



Obr. 8 Rozdělení točivého momentu mezi jednotlivá kola [12]

### 3.2.1.3 ASR

Je to protiprokluzový systém, který má zabraňovat protáčení kol poháněné nápravy tím, že dočasně sníží výkon motoru. ASR spolupracuje s řídicí jednotkou a EDS systémem, ale na rozdíl od něj může pracovat v jakékoliv rychlosti vozidla (Obr. 9). [13]

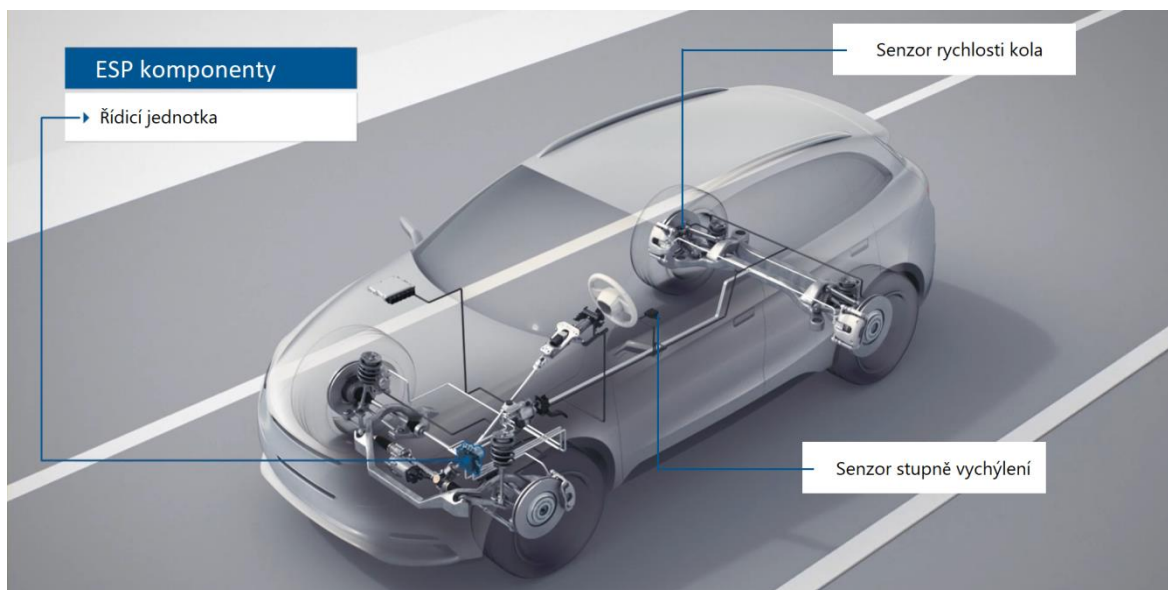


Obr. 9 Schéma funkce systému ASR [13]

Při vyšších rychlostech vyše řídicí jednotka motoru příkaz k redukci točivého momentu nuceným ubráním plynu. Pokud se během jízdy aktivuje systém ASR, řidiče upozorní blikající kontrolka umístěná v přístrojové desce. [13]

#### 3.2.1.4 ESP

Elektronický program stability podporuje řidiče téměř ve všech kritických jízdních situacích. Zahrnuje funkce protiblokovacího brzdového systému (ABS), systému řízení trakce a další. Detekuje smykové pohyby vozidla a aktivně proti nim působí. To výrazně zvyšuje bezpečnost jízdy. Na základě úhlu řízení systém rozpozná požadovaný směr jízdy. Senzory rychlosti na každém kole měří aktuální rychlost kola a senzory úhlové rychlosti zároveň měří otáčky vozidla kolem svislé osy a také boční zrychlení. Pokud hodnoty neodpovídají, systém reaguje okamžitě bez zásahu řidiče. Řídicí jednotka ESP porovnává skutečný pohyb vozidla s požadovaným směrem jízdy dvacet pětkrát za sekundu, čím předchází až 80 procentům všech nehod způsobených smykem. Komponenty ESP můžeme vidět na Obr. 10. [14]



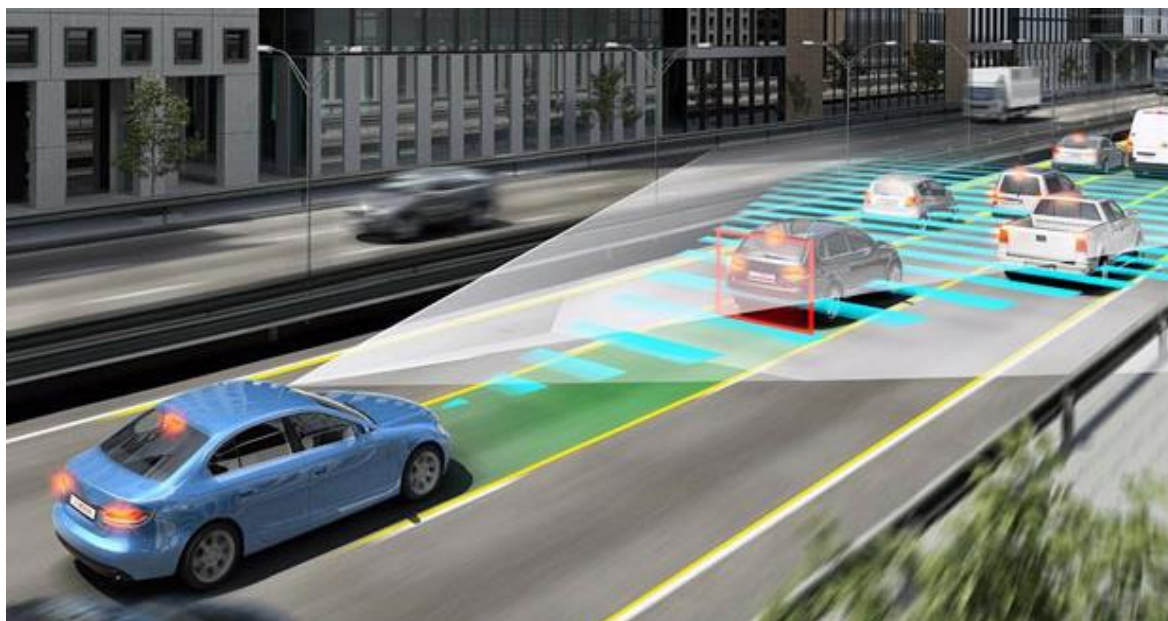
Obr. 10 Komponenty systému ESP [14]

Systém ESP nabízí přídavné funkce, které zvyšují komfort a bezpečnost, jako například asistent rozjezdu do kopce HHC (Hill Hold Control), který pomáhá řidiči při rozjezdu do svahu samostatným zabrzděním brzd po dobu přibližně dvou sekund poté, co řidič uvolní brzdový pedál. Systém také může chránit vozidla s vysoko umístěným těžištěm před nebezpečím převrácení. [14]



### 3.2.1.5 ACC

Adaptivní tempomat (Adaptive cruise control) je inteligentní forma tempomatu, která automaticky zpomaluje a zrychluje, aby udržovala tempo s vozem před vámi. Řidič nastaví maximální rychlost stejně jako u tempomatu, poté radarový senzor sleduje provoz před vozidlem, zamkne auto v jízdním pruhu a dá vozu pokyn, aby zůstal 2, 3 nebo 4 sekundy za vozidlem před ním (Obr. 11). [15]

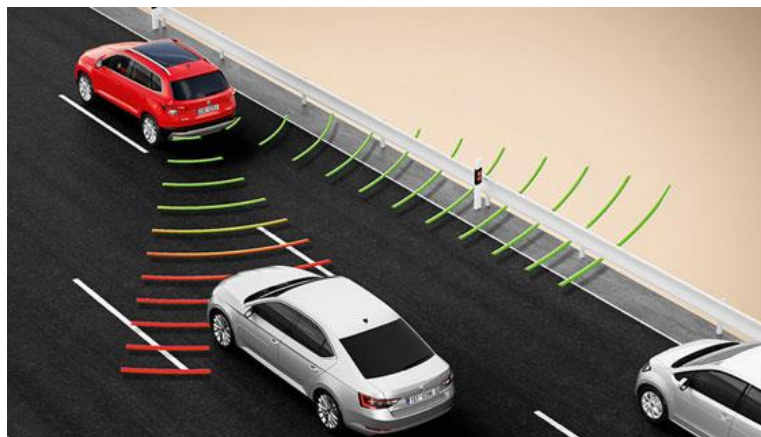


*Obr. 11 Funkce adaptivního tempomatu v provozu [16]*

Řidič si může sám nastavit požadovanou vzdálenost v určitých rozumných mezích. ACC je téměř vždy spárován se systémem nouzového brzdění, který upozorní na riziko nehody a začne automaticky brzdit. Bez ohledu na technologii ACC funguje ve dne i v noci, ale jeho schopnosti jsou omezeny silným deštěm, mlhou nebo sněžením. [15] [16]

### 3.2.1.6 Asistenční systémy podporující řidiče

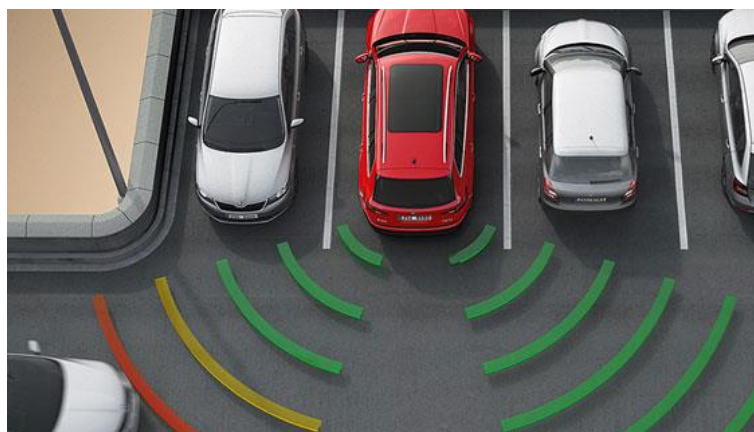
Účelem těchto systémů je především informování o aktuálním dění a varování před hrozícím nebezpečím. Řidič tak získává lepší přehled a s ním i možnost lepší a rychlejší reakce. Jedná se pouze o podpůrné systémy pro zvýšení komfortu jízdy, které je možné nastavit dle individuálních potřeb. Nejvíce využívaným systémem je boční asistent detekce mrtvého úhlu BLIS (Blind Spot Information System), který umožňuje bezpečnou změnu jízdního pruhu tím, že upozorňuje řidiče na vozidlo nacházející se v mrtvém bodu (Obr. 12). [17]



*Obr. 12 Detekce mrtvého úhlu [17]*

Dalším asistenčním systémem je hlídání jízdního pruhu (Lane assist), který používá k aktivaci rozpoznávání vodorovného dopravního značení jízdního pruhu kameru, již je umístěna v jednotce zpětného zrcátka. Pokud začne vozidlo vybočovat z pruhu, systém automaticky podnikne nápravná opatření a mírným pohybem volantu zasáhne do řízení. Pokud by bylo třeba podniknout další kroky, zašle také zvukové a vizuální zprávy. [17]

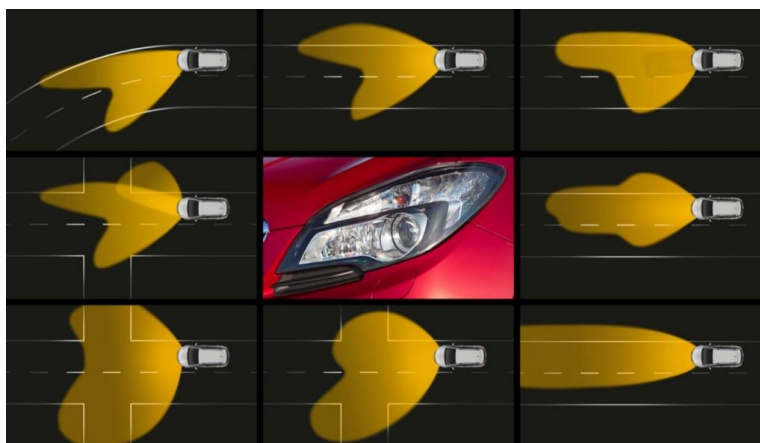
Asistent vyparkování (Rear Traffic Alert) při couvání z parkovacího místa rozpozná vozidla, která se blíží ze strany, a upozorní řidiče zvukovým signálem (Obr. 13). V případě potřeby automaticky zabrzdí vozidlo, aby se zabránilo kolizi. [17]



*Obr. 13 Asistent vyparkování [17]*

Dnešní vozidla již obsahují elektronické systémy, jako parkovací asistent, který po stisknutí tlačítka automaticky vyhledá parkovací místo v řadě automobilů nebo jiných překážek. Po nalezení místa se vůz sám nasměruje a zaparkuje do volného prostoru. Zatímco řidič ovládá pedály, pohyb volantu je plně ovládán asistentem. [17]

Adaptivní přední světlomety neboli AFL (Adaptive Forward Lighting), je technologie osvětlení, která zlepšuje výhled dopředu otočením nebo rotací světlometů podle směru volantu. Směrem do zatáčky nebo zatáčením za roh se světlomety natáčejí až o 15 stupňů při různých rychlostech v závislosti na závažnosti křivky a rychlosti, kterou vozidlo jede (Obr. 14). Systém pracuje jak s potkávacím, tak s dálkovým osvětlením vozidla. [18]



*Obr. 14 Adaptivní přední světlomety [18]*

Mezi nejnovější systémy postupně zaváděné do automobilů patří tzv. Head Up Displej (Obr. 15). Je to displej, který promítá informace týkající se jízdy a multimédií na přední sklo automobilu. HUD zvyšuje bezpečnost jízdy tím, že brání řidičům v tom, aby ztratili oční kontakt s vozovkou a byli schopni zpracovat informace o 50 % rychleji. [19]



*Obr. 15 Ukázka promítání Head Up Displeje [20]*

### 3.2.2 Pasivní prvky bezpečnosti

Systémy pasivní bezpečnosti chrání cestující ve vozidle a ostatní účastníky silničního provozu v případě nehody, a to snížením dopadu nehody nebo úrovně zranění. Tato opatření mohou někdy být označována jako „sekundární“ bezpečnostní technologie. Hlavní prvky pasivní bezpečnosti jsou airbasy, bezpečnostní pásy a deformační zóny vozidla. [21]

Moderní vozidla obsahují to, co inženýři někdy označují jako životní prostor. Životní prostor je chráněné území kolem cestujících ve vozidle, v němž nejpravděpodobněji přežijí nehodu s minimálním zraněním. Funkce pasivní bezpečnosti zajišťují, aby byl tento životní prostor co nejbezpečnější a aby cestující ve vozidle zůstali v tomto prostoru po celou dobu srážky. Deformační zóny pomáhají absorbovat a distribuovat nárazové síly dříve, než dorazí na sedadlo spolujezdce a řidiče. Podobně bezpečnostní pásy, airbasy a opěrky hlavy pomáhají udržet řidiče a spolujezdce v klidu v životním prostoru vozidla. Bezpečnostní prvky, jako jsou tyto, snižují riziko vážného zranění. Oblast mimo životní prostor je místem, kde může docházet k těžším zraněním. Například pokud řidič účastníci se nehody není připoután bezpečnostním pásem, může být vymrštěn mimo životní prostor vozidla a zasáhnout čelní sklo nebo i jiné části tvrdého interiéru vozidla. Při nepoužití bezpečnostního pásu je v případě silnějšího nárazu cestující z vozidla často zcela vymrštěn. [22]

#### 3.2.2.1 Airbasy

Airbasy jsou jednou z nejdůležitějších bezpečnostních inovací posledních desetiletí. Poskytují zásadní ztlumení nárazu během srážky. Za běžných okolností jsou skryté, ale nafouknou se okamžitě po zahájení srážky. Přední airbasy jsou vyžadovány ve všech nových osobních vozidlech od modelového roku 1999. [23]

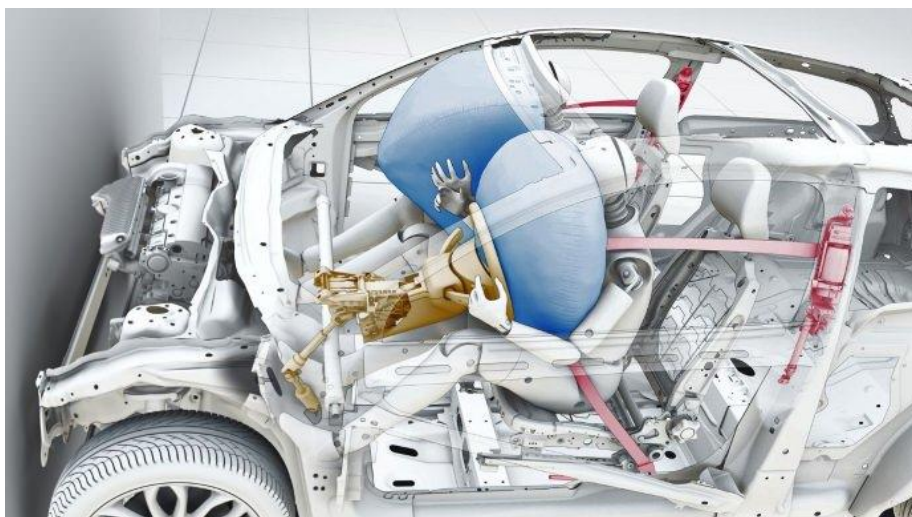
Airbasy jsou nafukovací polštáře zabudované do vozidla, které chrání cestující před nárazem do interiéru vozidla nebo předmětů mimo vozidlo (například jiná vozidla nebo stromy) během srážky. Umístění airbagu v dnešních automobilech je znázorněno na Obr. 16. [23]





*Obr. 16 Znáznornění umístění airbagů ve voze [24]*

Když dojde k nárazu, automobil začne velmi rychle ztrácet rychlost. Akcelerometr (elektronický čip, který měří zrychlení nebo sílu) detekuje změnu rychlosti. Pokud je zpomalení dostatečně velké, akcelerometr spustí obvod airbagu. Normální brzdění k tomu nevytváří dostatečnou sílu. Okruhem airbagu prochází elektrický proud prostřednictvím topného prvku. Topný článek zapálí chemickou výbušninu. Starší airbagy používaly jako výbušninu azid sodný; novější používají různé chemikálie. Když výbušnina hoří, vytváří obrovské množství neškodného plynu (obvykle buď dusíku nebo argonu), který nafoukne nylonový vak zabalený za volantem nebo přístrojovou deskou. Jak se vak rozpíná, prorazí plastový kryt, ve kterém je umístěn, a nafoukne se před řidičem a spolujezdcem (Obr. 17). [23]



*Obr. 17 Nafouknutí airbagu řidiče a spolujezdce[25]*

Vak je potažen křídovou látkou, která napomáhá hladkému rozbalení. Řidič se při nárazu pohybuje vpřed a tlačí na vak. To způsobí, že se vak vypustí, protože plyn, který

obsahuje, uniká malými otvory kolem jeho okrajů. Než se auto zastaví, měl by se vak úplně vyprázdnit.[23]

### 3.2.2.2 Bezpečnostní pásy

Úkolem bezpečnostního pásu je rozložit brzdou sílu na robustnější části těla, aby se minimalizovalo zranění při nehodě. Typický bezpečnostní pás se skládá z břišního pásu, který spočívá na pánvi cestujícího a ramenního pásu, který sahá přes hrudník. Obě části pásu jsou pevně připevněny k rámu automobilu, aby udržely cestující na jejich sedadlech.

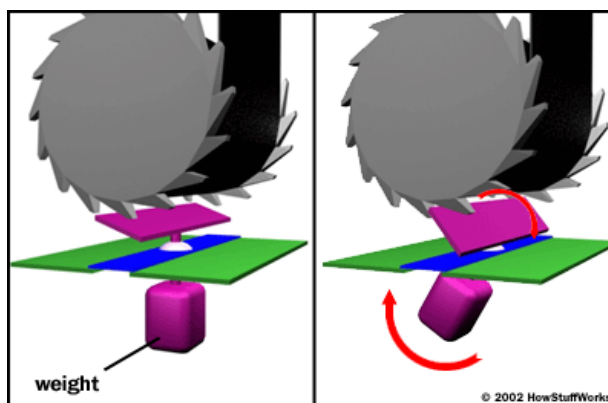
Při správném nošení pásu bude většina zastavovací síly působit na hrudní koš a pánev, které jsou relativně robustními částmi těla, proto síla není soustředěna na malé oblasti, kde by mohla způsobit větší poškození. Kromě toho je popruh bezpečnostního pásu vyroben z pružnějšího materiálu než přístrojová deska nebo čelní sklo. Pásy jsou mírně flexibilní, což znamená, že umožní mírné posunutí vpřed pro zmírnění prudkého zastavení. Toto posunutí nesmí být velké, jinak by mohlo dojít k nárazu do volantu, nebo do bočního okna.[26]

V typickém systému bezpečnostních pásů je popruh pásu připojen k navíječi. Centrálním prvkem v navíječi je cívka, která je připevněna k jednomu konci popruhu. Uvnitř navíječe působí rotační silou nebo točivým momentem na cívku pružina, díky čemu popruh pásu není nikdy volný.[26]

Navíječ má blokovací mechanismus, který brání cívce v otáčení, když dojde ke kolizi. Dnes se běžně používají dva druhy zamykacích systémů:

- systémy spouštěné pohybem automobilu,
- systémy spouštěné pohybem pásu.

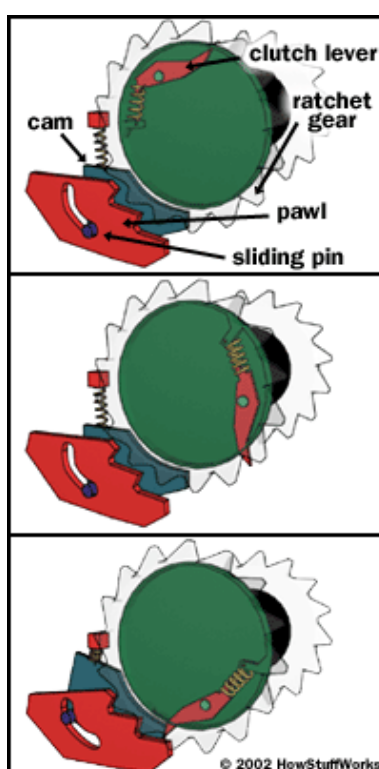
První systém zamkne cívku, když auto prudce zpomalí. Na Obr. 18 je znázorněna nejjednodušší verze tohoto návrhu.[26]



Obr. 18 Blokovací mechanismus bezpečnostního pásu [26]

Ústředním ovládacím prvkem tohoto mechanismu je vážené kyvadlo. Když se vozidlo náhle zastaví, setrvačností způsobí, že kyvadlo se otáčí dopředu. Západka na druhém konci kyvadla zachycuje ozubené kolečko připojené k cívce. Po sevření západky jedním ze zubů se ozubené kolo nemůže otáčet proti směru hodinových ručiček a připojená cívka se také nemůže otáčet. Když se popruh po pádu opět uvolní, kolečko se otáčí ve směru hodinových ručiček a západka se uvolní. [26]

Druhý druh systému zamkne cívku, když něco trhne popruhem pásu. Aktivační síla ve většině návrhů je rychlost otáčení cívky. Obr. 19 ukazuje nejběžnější konfiguraci tohoto systému. [26]



Obr. 19 Druhý druh blokovacího mechanismu [26]

Centrálním ovládacím prvkem v této konstrukci je odstředivá spojka, tedy otočná páka se závažím, namontovaná na rotující cívce. Když se cívka otáčí pomalu, páka se neotáčí vůbec. Pružina ji udržuje na svém místě, když ale něco trhne popruhem, rychleji točí cívku a odstředivá síla vytlačí konec páky se závažím směrem ven. [26]

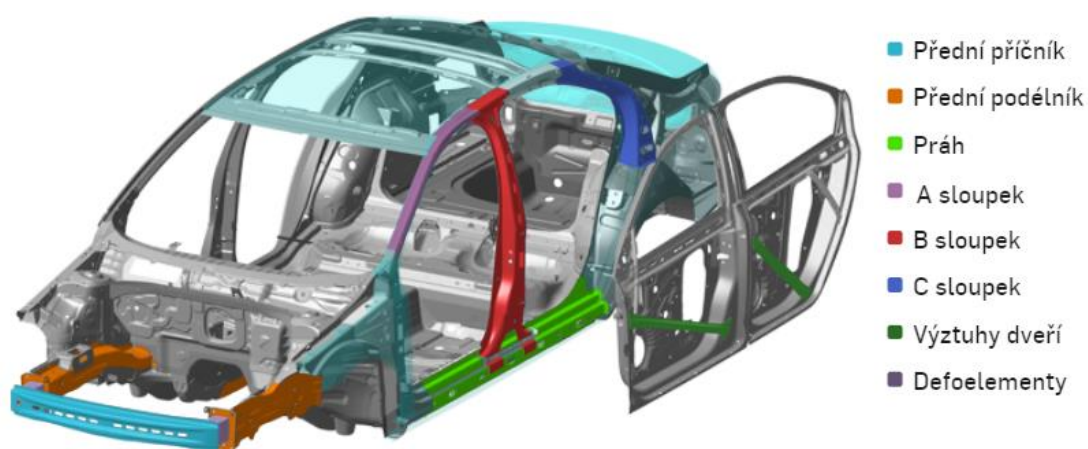
Prodloužená páka tlačí vačkový kus připevněný k pouzdru navíječe. Vačka je spojena s otočnou západkou posuvným čepem. Když se vačka posune doleva, kolík se pohybuje podél drážky v západce. To zatáhne západku do točícího se ozubeného kola připojeného k cívce. Západka zapadne do zubů ozubeného kola a zabraňuje otáčení proti směru hodinových ručiček. [26]

### 3.2.2.3 Deformační zóny

Karoserie automobilů je nejdůležitějším prvkem pro ochranu posádky. Proto je složena z několika částí (Obr. 20) a důmyslně i z různých materiálů, které co nejlépe chrání cestující při nehodě. Skládá se ze dvou funkčních částí:

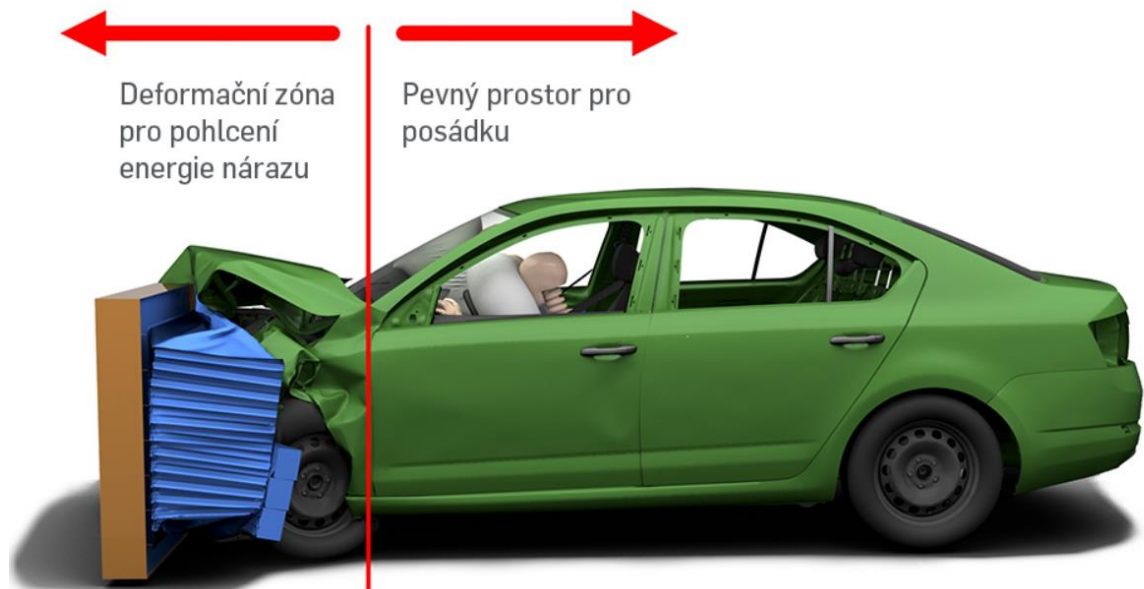
- deformační část,
- prostor posádky.

Úkolem deformační části je pohlcování a tlumení energie nárazu prostřednictvím řízené deformace, naopak prostor posádky se deformovat nesmí. [27]



Obr. 20 Části karoserie automobilu[28]

Deformační zóny automobilu odvádějí skutečnou práci při zmírňování nárazu. Jsou to oblasti v přední a zadní části automobilu, které se relativně snadno zhroutnou. Namísto toho, aby se celé vozidlo náhle zastavilo, když narazí na překážku, pohlcuje část nárazové síly zploštěním, jako prázdná plechovka sody (Obr. 21). [27]



*Obr. 21 Deformační zóna vozidla [28]*

Deformační zóny jsou navrženy tak, aby prodlužovaly dobu, po kterou je na cestujícího aplikována celková síla ze změny hybnosti. Průměrná síla aplikovaná na cestující totiž nepřímo souvisí s časem, během kterého je aplikována.[27]

Čelní deformační zóna je tvořena dvěma podélníky a jedním příčником. Při čelní srážce jsou tyto díly zatěžovány v podélném směru osy vozidla. U vozidel s uložením motoru vpředu se využívá právě motor jako deformační prvek, ovšem nesmí dojít při deformaci k posunutí motoru, ani žádné jeho části do prostoru pro posádku. Proto musí být jeho zavěšení zkonstruováno tak, aby zajel při kolizi pod podlahu vozu. [27]

Boční deformační část, musí při srážce pohltit co největší množství energie při nejmenší deformaci. Důvodem je velikost těchto deformačních zón, která je podstatně menší oproti deformačním zónám předním a zadním. Pro sloupky A a B se proto používají vysokopevnostní materiály. Rychlosti kolize při zadních nárazech bývají relativně nižší, proto jsou zadní deformační části dimenzovány pro menší síly.[27]

### 3.3 Hodnocení Euro NCAP

Již první vozy mohou být spojovány s dopravními nehodami. S vývojem automobilů je také do značné míry spjata snaha o zvýšení bezpečnosti. Díky tomu rostou počty bezpečnostních prvků v automobilech přibližně stejně rychle jako technologická úroveň. Z toho důvodu může vznikat nepřehledná situace, která je způsobená obrovským trhem osobních automobilů. Aby pro všechny spotřebitele byla situace srozumitelná, byl vytvořen souhrn bezpečnostních kritérií. [8]















Z toho důvodu vzniklo v Bruselu roku 1996 konsorcium zvané Euro NCAP (European New CAR Assessment Programme), což v překladu znamená evropský program hodnocení nových vozidel. Úkolem organizace Euro NCAP je hodnocení nových vozů z bezpečnostního hlediska při bočním a čelním nárazu. Dalším hlediskem je i ochrana chodců. V dnešní době není možné kontrolovat všechny nové vozy od všech výrobců. Každý rok je pečlivě vybíráno z nejzajímavějších a nejoblíbenějších modelů aut z celé Evropy. [8]



Obr. 22 Logo organizace Euro NCAP [27]

V dnešní době s organizací spolupracuje mnoho institucí například Evropská komise, Thatcham Research (automobilový výzkum testování a školení) nebo automobilový klub Itálie. V Tab. 1 je možné vidět seznam těchto členů. [29]

Tab. 1 Organizace spolupracující s Euro NCAP [29]

	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e V (ADAC)		FIA Federation Intenationale de l'Automobile
	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur		Swedish Transport Administration
	Mezinárodní spotřebitelský výzkum a testování		Thatcham Research
	Department for Transport (DfT)		Ministere de la Transition écologique et solidaire
	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat		Automobile Club d'Italia (ACI)
	Ministère de l'Économie		Generalitat de Catalunya Government of Catalonia

### 3.3.1 Rozdělení kategorií dle Euro NCAP

Hodnocení podle bezpečnosti vozu Euro NCAP se rozděluje do čtyř kategorií:

- bezpečnost dospělých osob,
- bezpečnost ochrany dětí,
- ochrana chodců,
- bezpečnostní asistenty.

První kategorie se věnuje hodnocení bezpečnosti dospělé posádky (Obr. 23), u čelního nárazu do nepohyblivé bariéry v rychlosti 64 km/h, u čelního nárazu do zdi při rychlosti 50 km/h, u bočního nárazu pohybující se bariérou do zabezpečeného vozidla při rychlosti 50 km/h a nebo bočním nárazem do kúlu o stanoveném průměru 254 mm. [30]



*Obr. 23 Bezpečnost dospělé posádky [30]*

U dospělé posádky se dále hodnotí zranění krku, kde se provádí tzv. „Whiplash“ test. Druhá kategorie se věnuje hodnocení bezpečnosti ochrany dětí (Obr. 24). Zde se hodnotí ochrana hlavy figuríny, zkouší se čelní a boční náraz. [30]



*Obr. 24 Bezpečnost ochrany dětí [30]*

Test se vykonává za pomoci figurín, které jsou umístěny v dětských sedačkách v druhé řadě sedadel vozu. Dětské sedačky mají různé velikosti a mohou být využity různé typy těchto sedaček. Typ a velikost dětské sedačky si stanovuje výrobce automobilu. Dalším hlediskem hodnocení vozidla je vypnutí airbagu nebo úchyty ISOFIX.

Třetí kategorie se věnuje ochraně chodců (Obr. 25). Zde Euro NCAP nehodnotí pouze posádku, která je uvnitř vozidla, viz předchozí zmíněná ochrana posádky a následně ochrana dětí, ale zabývá se vnější ochranou. [30]



Obr. 25 Ochrana chodců [30]

Ochrana chodců se provádí v laboratorních podmínkách za pomoci speciálního vystřelovaného impaktoru, který je vystřelován do různých částí vozu. Vyhodnocuje se šetrnost pomocných impaktorů k částem lidského těla. Náraz impaktorem se provádí pomocí trojice testů: náraz dospělé (dětské) hlavy na vozidlo (kapotu) (Obr. 26). Náraz stehem na hranu kapoty a jako třetí je náraz nohou do nárazníku při rychlosti 40 km/h. Celkem se testuje osmnáct míst, ze kterých se vypočítá výsledná ochrana a bezpečnost chodců. [31]



Obr. 26 Ukázka zón s impaktorem u vyšší a střední třídy vozu [31]

Čtvrtá kategorie se věnuje bezpečnostním asistentům (Obr. 27). Provádí se testy funkčního bezpečnostního systému při výkonu normální jízdy v nejpravděpodobnějším scénáři nehod. Do tohoto hodnocení patří Elektronická kontrola stability, zapnutí bezpečnostního pásu, systém AEB a podpora jízdních pruhů. [30]



Obr. 27 Bezpečnostní asistent [30]

Např. systém AEB napomáhá řidiči vyhnout se nárazu k přibližujícímu se automobilu zezadu. K tomu napomáhá adekvátní varovný systém a velká podpora brzdného systému, nebo případné zastavení vozidla. [30]

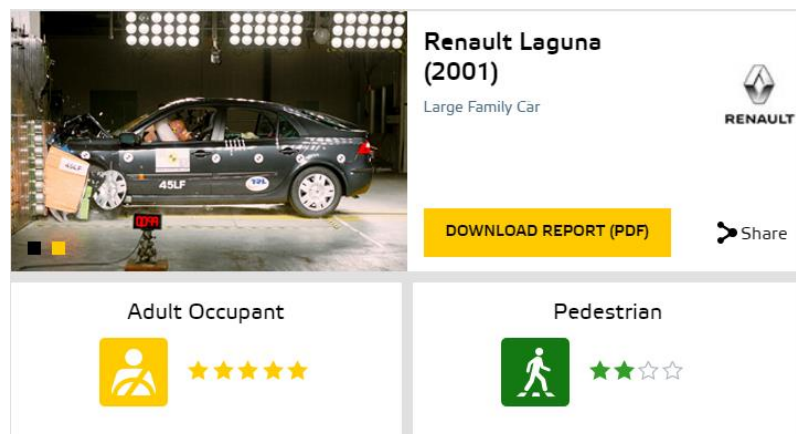


### 3.3.2 Vyhodnocování testů Euro NCAP

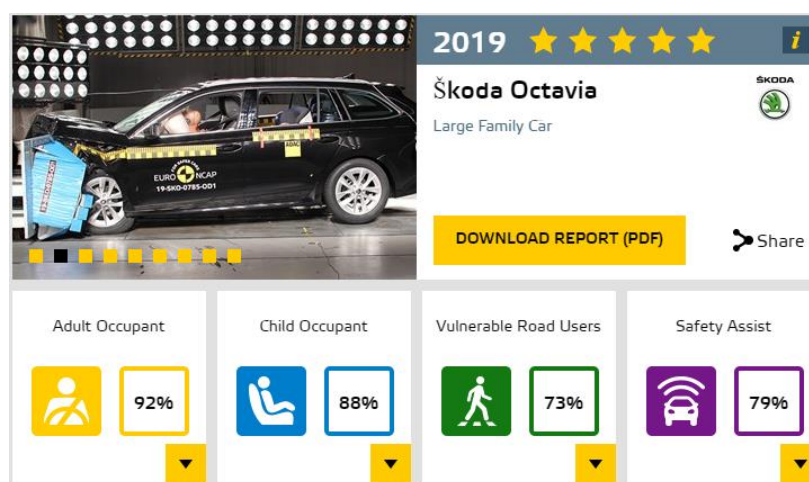
Společnost Euro NCAP vyhodnocuje bezpečnost automobilu pomocí hvězdičkového systému. Hvězdičky jsou udělovány od jedné do pěti, pět hvězdiček dosahují nejlepší testované modely. Počet těchto hvězd udává, jak dobře nebo špatně si testovaný vůz vedl v hodnocení bezpečnostních kritérií a jaké bezpečnostní prvky výrobce pro danou třídu vozu nabízí. Nejvyšší počet hvězd udává, že výsledky byly výborné a prvky neselhaly při různých konfiguracích, které jsou dostupné pro zákazníky z celé Evropy. [32]

Hodnocení dle Euro NCAP je nadstavbou požadovaných zákonů, které se uvádějí pro provoz automobilů. Euro NCAP není povinnou součástí žádného zákonného předpisu, je to dobrovolné testování pro automobilky. Rozdílem mezi plnění zákonných požadavků a Euro NCAP je v hodnocení výstupů. Nové modely hodnoceny dle zákonných předpisů mají buď kladný, nebo záporný výsledek. To znamená, že prošly nebo neprošly bez dalších přibližujících komentářů k dalším jednotlivým testům. U hodnocení dle Euro NCAP uděluje tato společnost hvězdičky, které mají za úkol motivovat výrobce k lepšímu dosažení výsledků zkoušených vozů. Pokud při testování automobil splní zákonné požadavky s minimální rezervou, pak neobdrží v hodnocení Euro NCAP žádné hvězdičky. Tak se vytvořila v evropských automobilkách velká poptávka po hodnocení dle Euro NCAP a za několik posledních let se stala tato společnost velice váženou, a především respektovanou značkou pro všechny automobilky. [32]

Pro vozy všech značek je Euro NCAP velice dobrou reklamou. Automobilky využívají počet hvězdiček jako marketingový tah, kterým se předhánějí na autosalónech nebo u potenciálních zákazníků. Výrobci automobilů jsou si vědomi všech kladných hledisek a popularity společnosti. Proto se snaží vyvíjet a zlepšovat technologie pro bezpečnostní prvky za účelem dosažení nejvyšší kvality ohodnocení. Nové technologie přinášejí i nové modernizované testy pro Euro NCAP. Společnosti na výrobu automobilů investují do nových technologií a zařízení velké množství peněz, aby dosáhly aspoň takový počet hvězd jako u předchozích prodávaných modelů automobilů. To znamená, že výsledky u jednotlivých automobilů se budou lišit v průběhu let. U prvního pětihvězdičkového automobilu (Obr. 28) Renault Laguna (rok kontroly 2001) bylo pětihvězdičkové kritérium jiné než u Škody Octavia (Obr. 29) (rok kontroly 2019). Oba vozy patří do skupiny Large Family CAR (velké rodinné auto). [33]



Obr. 28 První pětihvězdičkový automobil Renault Laguna[33]



Obr. 29 Pětihvězdičkově ohodnocená Škoda Octavia čtvrté generace [34]

### 3.3.3 Bodové ohodnocení

Podrobné hodnocení celkového testu je možné najít ve zkušebním protokole Euro NCAP Assessment Protocol – Hodnotící protokol. Celkové hodnocení, které platí od února 2020 ve verzi 9.0. Protokol je dostupný na oficiálních stránkách Euro NCAP. Z dokumentu vyplývá, že výsledné hodnocení uvedeno v Tab. 2 se provádí způsobem maximálního skóre pro každé ze čtyřech jednotlivých hodnocení. [35] [36]

Tab. 2 Bodové hodnocení testů [30]










	pro období 2020/2021	pro období 2022/2023
Ochrana dospělých cestujících	40 %	40 %
Ochrana cestujících	20 %	20 %
Ochrana chodců	20 %	20 %
Bezpečnostní asistent	20 %	20 %

Všechny čtyři kategorie mají přesně stanovené maximální počty bodů. Celková známka je vypočtena jako vážený průměr ze všech čtyř kategorií. Každá kategorie má svoji váhu, kde se zohledňuje důležitost oblastí pro bezpečnost vozu. Převod celkové známky na počet hvězdiček se provádí pomocí stanoveného klíče. Pokud známka z jedné kategorie nedosahuje minimální úrovně, tak počet hvězd neboli celkové hodnocení může dojít k celkovému snížení známky. Tento postup by měl zabránit vyššímu zisku známek pro celkové hodnocení v případě, že automobil vykáže vysokého výsledku např. ve třech stanovených kategoriích, ale poslední čtvrté budou výsledky výrazně horší. [30]

### 3.3.4 Výsledné hodnocení

V Tab. 3 se uvádí základní rozdělení, které automobil dosáhne vztažený k počtu hvězdiček. [30]

Tab. 3 Rozdělení počtu hvězdiček [30]

Počet hvězdiček				
	80 %	80 %	60 %	70 %
	70 %	70 %	50 %	60 %
	60 %	60 %	40 %	50 %
	50 %	50 %	30 %	40 %
	40 %	40 %	20 %	30 %

Počet hvězdiček v testech Euro NCAP ukazuje nejen na počet hvězd, ale také na to, jak byl test dobrý či nikoliv. Pro spotřebitele v celé Evropě je hodnocení velmi dobře čitelné, a především dobře dostupné. Automobily nesplňující minimální zákonné požadavky nemůžou obdržet podle společnosti Euro NCAP žádný počet hvězdiček, ale neznamená to, že daný automobil je nebezpečný. Není však bezpečný tak jako jeho konkurent v kategorii. [30]

Obecné pokyny pro dosažení počtu hvězdiček:

- Pět hvězdičkové ohodnocení: Celkový výkon byl vyhodnocen dobře pro ochranu proti nárazům. V automobilu jsou dobře zvoleny robustní technologie pro zamezení nárazu.
- Čtyř hvězdičkové ohodnocení: Celkový výkon byl vyhodnocen dobře pro ochranu proti nárazům. V automobilu jsou dobře zvoleny robustní technologie pro zamezení srážky, ale může být zvolena další technologie.
- Tři hvězdičkové ohodnocení: Celkový výkon je průměrný pro ochranu cestujících. V automobilu je nedostatek technologií pro zamezení srážky.
- Dvou hvězdičkové ohodnocení: Nízká ochrana před vzniklou srážkou s automobilem. Není zastoupena technologie pro zamezení srážky.
- Jedno hvězdičkové ohodnocení: Nejnižší počet hvězdiček udává okrajovou ochranu před vzniklou srážkou. [30]

## 4 Praktická část práce

V této části práce je popsán průběh zkoušky bezpečnosti, pevnost sedadel a jejich zádržných systémů. Druhá část se zabývá průběhem zkoušky zádržných systému dětských sedaček Isofix. Obě zkoušky se provádí u všech nových modelů automobilů. Reálné zkoušky popsané v práci byly provedeny v certifikované zkušebně na vozech Škoda Auto.

### 4.1 Testování bezpečnosti a pevnosti sedadel

Testování bezpečnosti a pevnosti sedadel, jejich ukotvení a opěrek hlavy probíhá na základě evropského předpisu EHK R-17, to znamená: „*Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) č 17.*“<sup>1</sup> V anglickém originálu známá jako ECE R-17. Pro kontrolu sedadel je označena pod č. 17 „*Jednotná ustanovení pro schvalování typu vozidel z hlediska sedadel, jejich ukotvení a opěrek hlavy.*“<sup>1</sup>

Dle oblasti působnosti předpis EHK R-17, odstavec 1, rozděluje automobily do dvou kategorií. První kategorie se zabývá hodnocením osobních automobilů (M). Druhá kategorie hodnotí nákladní automobily (N). Tento předpis řeší pevnost sedadel, jejich ukotvení a pevnost hlavových opěrek.

Definice pro zkoušku bezpečnosti sedadel proti posuvu:

Sedadlo „*Znamená konstrukci, která může, ale nemusí být integrální s konstrukcí vozidla, včetně jeho výbavy, určenou k sedění jedné dospělé osoby.*“<sup>1</sup>

„*Opěrka hlavy, znamená zařízení, jehož účelem je omezit pohyb hlavy dospělého cestujícího směrem dozadu, vzhledem k trupu tak, aby se zmenšilo nebezpečí poranění krční páteře při nehodě.*“<sup>1</sup>

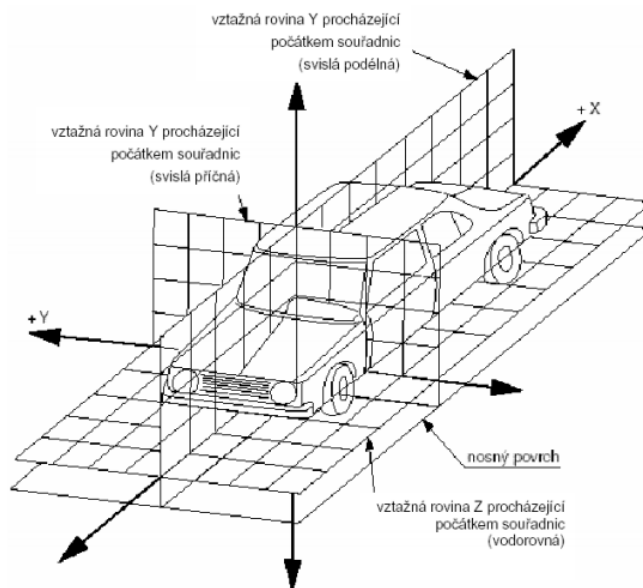
Pro určení bodů nutných ke zkoušce slouží trojrozměrný vztahový systém, který definuje tři pravoúhlé roviny, tyto roviny určuje výrobce vozu. Dle předpisu EHK R-17 v příloze 3, dodatek 2 (Obr. 30). [37]

„*Měřicí polohy vozidla se dosáhne jeho postavením na nosnou plochu tak, aby souřadnice výchozí vztahových značek odpovídaly hodnotám určeným výrobcem.*“<sup>1</sup>

„*Souřadnice R-bodu a H-bodu se stanovují ve vztahu k výchozí vztahovým značkám určeným výrobcem vozidla.*“<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> EHK R-17: 2009. Jednotná ustanovení pro schvalování typu vozidel z hlediska sedadel, jejich ukotvení a opěrek hlavy – přeloženo TÜV SÜD Czech z anglického originálu: Regulation No 17 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the seats, their anchorages and any head restraints

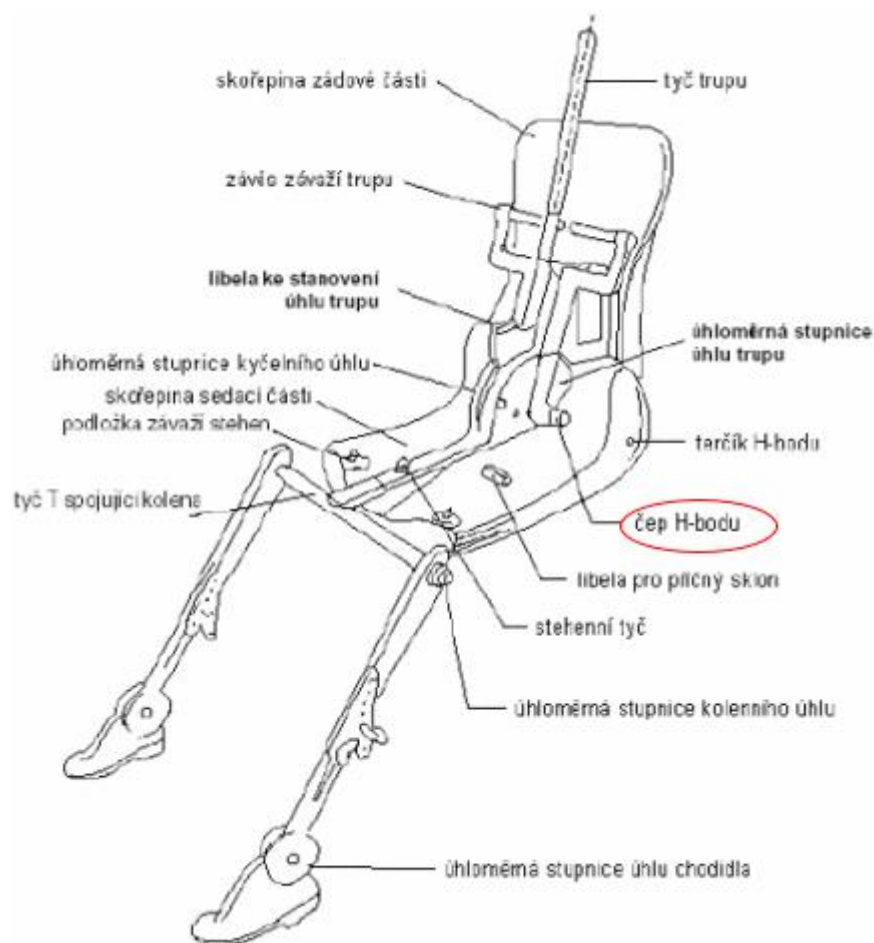


Obr. 30 Trojrozměrný vztažný systém vozidla [37]

Vzhledem k tomuto souřadnicovému systému jsou stanoveny polohy bodů H a R. Tyto body jsou definovány předpisem EHK R-17 následovně:

*„H-bod znamená střed otáčení trupu a stehna zařízení 3DH umístěného na sedadle vozidla. H-bod se nachází ve středu osy zkušebního zařízení, tj. mezi zaměřovači H-bodu na obou stranách zařízení 3DH. H-bod teoreticky odpovídá R-bodu.“<sup>1</sup> Zařízení 3DH je zobrazena na Obr. 31. Platí zde povolené odchylky podle odstavce 3.2.2. „Vzájemná poloha R-bodu a H-bodu a vztah mezi konstrukčním a skutečným úhlem trupu se považují pro dotyčné místo k sedění za uspokojivé, jestliže H-bod určený svými souřadnicemi se nachází uvnitř čtverce s vodorovnými a svislými stranami délky 50 mm, jehož úhlopříčky se protínají v R-bodu, a jestliže se skutečný úhel trupu liší od konstrukčního úhlu trupu nejvýše o 5°.“<sup>1</sup> Pokud je H-bod stanoven za pevný bod, ke stanovenému bodu je vztahována kostra sedáku. Při seřizování sedadla se s tímto bodem pohybuje. H-bod, pomyslný bod středu pánve člověka. [37]*

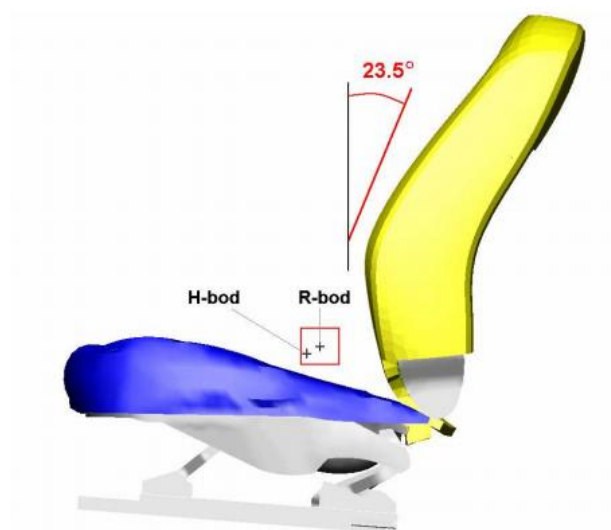
<sup>1</sup> EHK R-17: 2009. Jednotná ustanovení pro schvalování typu vozidel z hlediska sedadel, jejich ukotvení a opěrek hlavy – přeloženo TUV SÚD Czech z anglického originálu: Regulation No 17 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the seats, their anchorages and any head restraints



Obr. 31 Označení části zařízení 3DH [37]

„R-bod nebo vztažný bod místa k sedění znamená konstrukční bod definovaný výrobcem vozidla pro každé místo k sedění a stanovený ve vztahu k trojrozměrnému vztažnému systému vozidla.“<sup>1</sup> Polohy H-bodu a R-bodu mohou, ale nemusí být totožné (Obr. 32). [37]

<sup>1</sup> EHK R-17: 2009. Jednotná ustanovení pro schvalování typu vozidel z hlediska sedadel, jejich ukotvení a opěrek hlavy – přeloženo TÜV SÜD Czech z anglického originálu: Regulation No 17 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the seats, their anchorages and any head restraints



Obr. 32 Ukázka polohy H-bodu vůči R-Bodu [38]

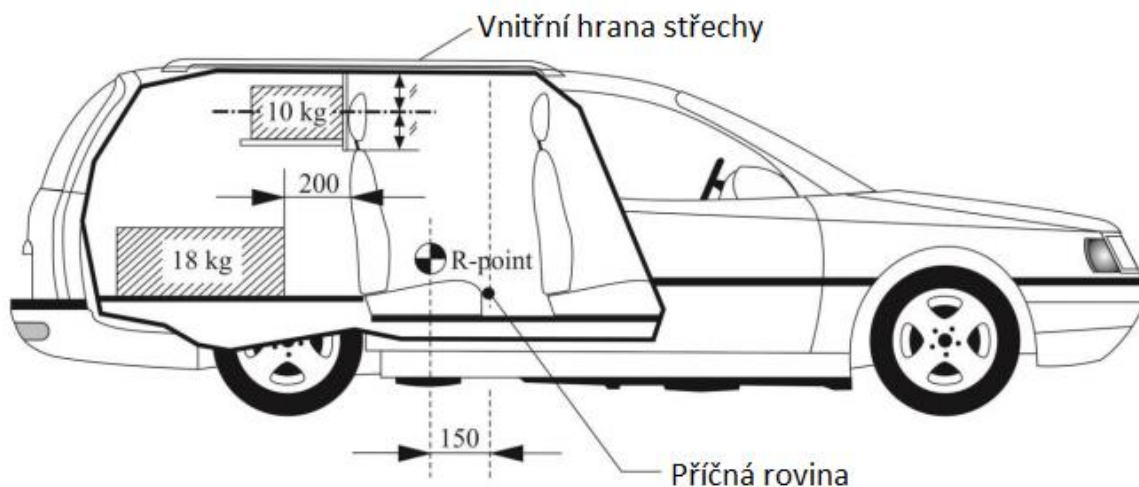
Pro ochranu osob ve vozidle proti posuvu zavazadel, dle předpisu EHK R-17 odstavce 5.1. platí zvláštní požadavky: „*Sedadla a nebo opěrky hlavy, které jsou umístěny tak, že tvoří přední hranici zavazadlového prostoru a které jsou na svých místech a v normální poloze k používání podle údaje výrobce, musí mít dostatečnou pevnost k ochraně osob ve vozidle proti posouvajícím se zavazadlům při čelním nárazu. Tento požadavek se pokládá za splněný, když v průběhu zkoušky předepsané v příloze 9 a po této zkoušce zůstanou opěradla sedadel ve své poloze a zajišťovací mechanismy zůstanou na svém místě. Připouští se však deformace opěradel sedadel a jejich úchytnů během zkoušky s podmínkou, že přední obrys částí zkoušeného opěradla sedadla a nebo opěrky hlavy, které jsou tvrdší než 50 Shore A, se neposune před příčnou svislou rovinu, která prochází:“*

- a) „*bodem ležícím 150 mm před R-bodem uvažovaného sedadla pro části opěrky hlavy;“*
- b) „*bodem ležícím 100 mm před R-bodem uvažovaného sedadla pro části opěradla sedadla, přičemž se neberou v úvahu fáze zpětného odrazu zkušebních těles.“ (Obr. 33)*

*Karoserie osobního automobilu se musí spolehlivě připevnit ke zkušebnímu vozíku a toto připevnění nesmí působit jako vyztužení opěradel sedadel a přepážkového systému. Po umístění zkušebních těles, jak je popsáno v odstavci 2.1 nebo 2.2, se karoserie osobního automobilu zpomalí, nebo podle volby žadatele zrychlí, tak, aby křivka zůstala ve vyznačeném pásmu v grafu v příloze 9, dodatku, a aby celková změna rychlosti  $\Delta v$  byla*



50 +0/-2 km/h. Se souhlasem výrobce je možné použít alternativně výše popsané pásmo zkušební pulsu ke splnění požadavků zkoušky pevnosti sedadel podle odstavce 6.3.1.<sup>1</sup>



Obr. 33 Řez automobilu. Ukázka před vykonání zkoušky. [37]

#### 4.1.1 Zkouška bezpečnosti sedadel proti posuvu zavazadel

Zkouška byla provedena podle přílohy 9, předpisu EHK R-17:

##### Zkušební tělesa

Zkušební impaktor je tuhé těleso s těžištěm setrvačné hmoty v geometrickém středu. Pro zkoušku proti posuvu zavazadel se používají dva typy impaktorů.

- **Typ 1:**

Typ 1 se používá pro případ zkoušky průniku zavazadel do prostoru cestujících.

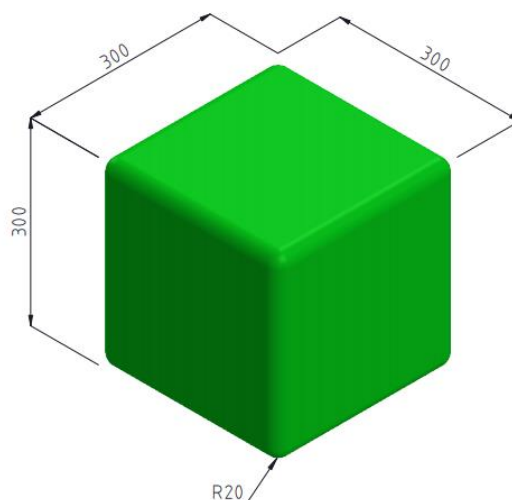
Rozměry: 300x 300 x 300 mm

Hmotnost: 18 kg

Hrany a rohy zkušební impaktoru jsou zaobleny na poloměr 20 mm.

---

<sup>1</sup> EHK R-17: 2009. Jednotná ustanovení pro schvalování typu vozidel z hlediska sedadel, jejich ukotvení a opěrek hlavy – přeloženo TUV SÚD Czech z anglického originálu: Regulation No 17 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the seats, their anchorages and any head restraints



*Obr. 34 První typ zkušebního impaktoru, vytvořen v programu SOLID WORKS*

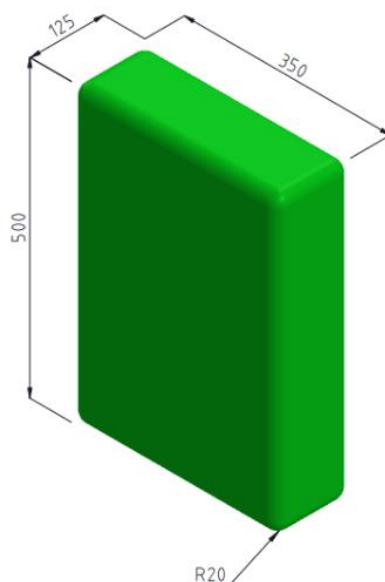
- **Typ 2:**

Typ 2 se používá pro případ zkoušky průniku zavazadel do prostoru cestujících. V kombinaci přepážkovými systémy.

Rozměry: 500 mm x 350 mm x 125 mm

Hmotnost: 10 kg

Hrany a rohy zkušebního impaktoru jsou zaobleny na poloměr 20 mm.

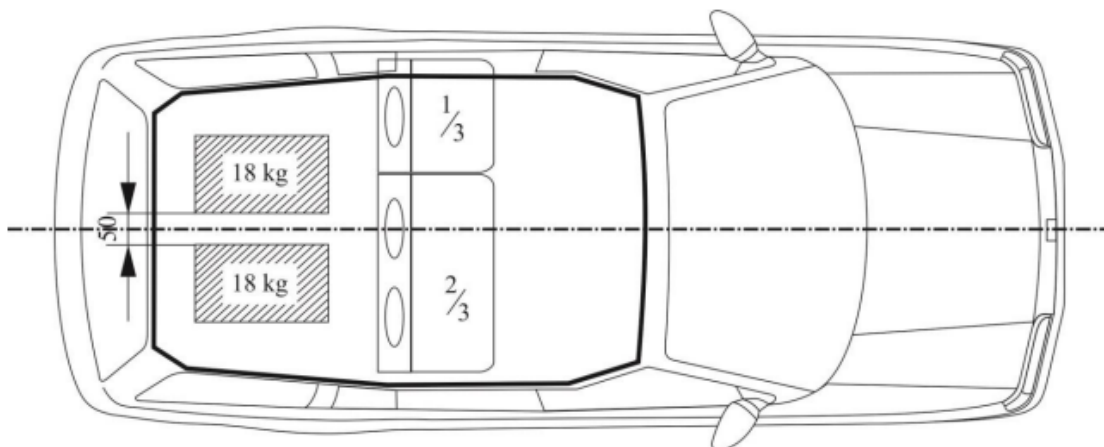


*Obr. 35 Druhý typ zkušebního impaktoru, vytvořen SOLID WORKS*

#### 4.1.1.1 Postup zkoušky

Na podlahu v zavazadlovém prostoru byly umístěny dvě zkušební tělesa typu 1, 200 mm od přední hranice zavazadlového prostoru. Sedadla, pro které není toto umístění

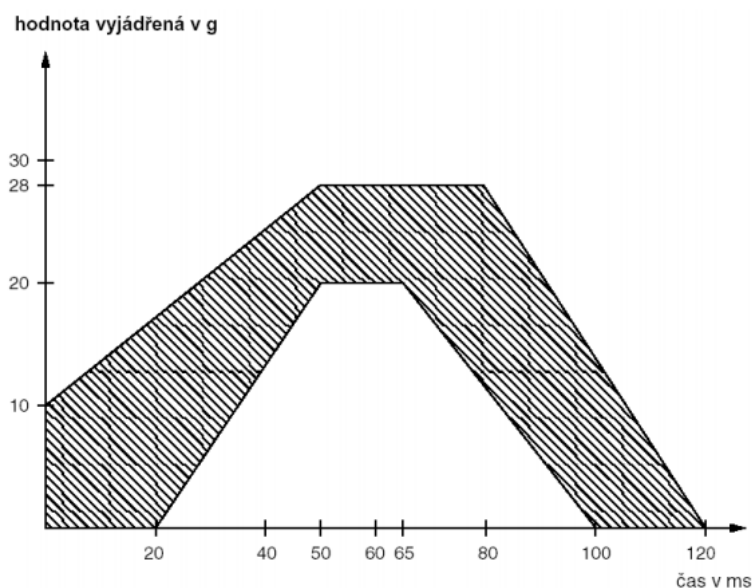
možné, jsou z této zkoušky vyjmuta. Vzdálenost vnitřní strany zkušební tělesa od střední podélné roviny vozidla musí být 25 mm, tak aby mezi zkušebními tělesy byla vzdálenost 50 mm (Obr. 36).[37]



Obr. 36 Poloha zkušebních těles [37]

Sedadla byla seřizena tak, aby nemohlo dojít k uvolnění zajišťovacího systému vnějšími činiteli. Opěradla sedadel jsou sklopná, proto byla během zkoušky zajištěna sériovým mechanismem v jejich vzpřímené poloze pro normální používání. Opěrky hlavy byly nastaveny do nejvyšší polohy.

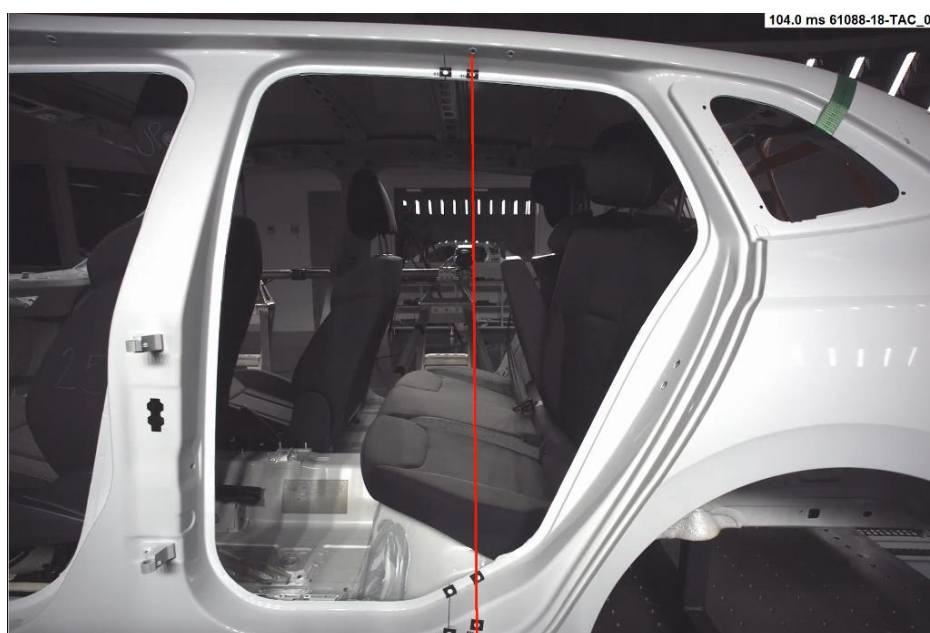
Zkouška byla provedena působením podélného horizontálního zrychlení zkušební vozíku na celou karoserii. Pásmo zpoždění zkušební vozíku musí být v rozmezí 20–28 g, v čase 100–120 ms (Obr. 37).



Obr. 37 Graf vyjadřující zpoždění vozíku 48[37]

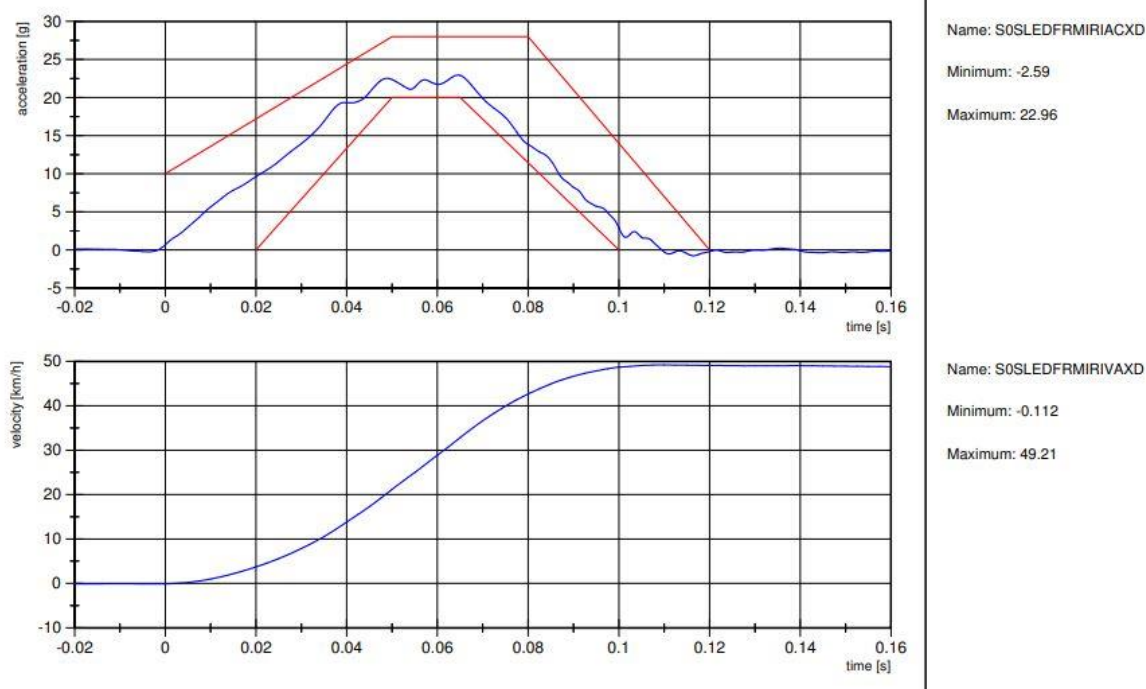
V technické praxi není možné zajistit takové zpomalení karoserie bez následných destrukcí. Proto se v předpisu EHK R-17 uvolňuje i možnost zkoumání působením zrychlení. V takovémto případě je nutné karoserii obrátit o 180° a působit na ni zrychlením. [37]

Zkouška tedy byla provedena na karoserii vozidla, která je připevněna na vozíku usazeném na kolejích. Na vozík se následně působí pístem, jímž je poháněn za pomoci hydraulického oleje. Tento píst definuje vozíku potřebné zrychlení. Pulz, kterým je reálně vozík s karoserií zrychlen se měří akcelerometrem připevněným k vozíku. V přiloženém obrázku (Obr. 38) je možno vidět v čase 104.0 ms, že sedačky nepřesáhly příčnou rovinu 100 mm za R bodem.



Obr. 38 Fyzická zkouška v čase 104.0 ms.

Tento pulz změřený akcelerometrem se poté zadá do grafu s vyznačeným koridorem pro EHK R-17 a vyhodnocuje se jeho korektnost. Výsledný graf této zkoušky je zobrazen na Obr. 39. Následnou integrací křivky zrychlení (v km/h) byl dále určen průběh rychlosti a její maximální hodnota, která je také požadavkem předpisu EHK R-17.



Obr. 39 Výsledný graf ze zkoušky a následný přepočítání průběhu rychlosti

#### 4.1.2 Zádržné systémy pro použití dětských sedadel (Isofix)

Zkouška zádržných systému dětských sedadel Isofix probíhá na základě evropského předpisu EHK R-14. Pro kontrolu sedadel je označena pod č. 14. „*Jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska kotevních úchytků bezpečnostních pásů, systémů ukotvení Isofix, horních kotevních úchytků Isofix a míst k sedění I-size.*“<sup>2</sup>

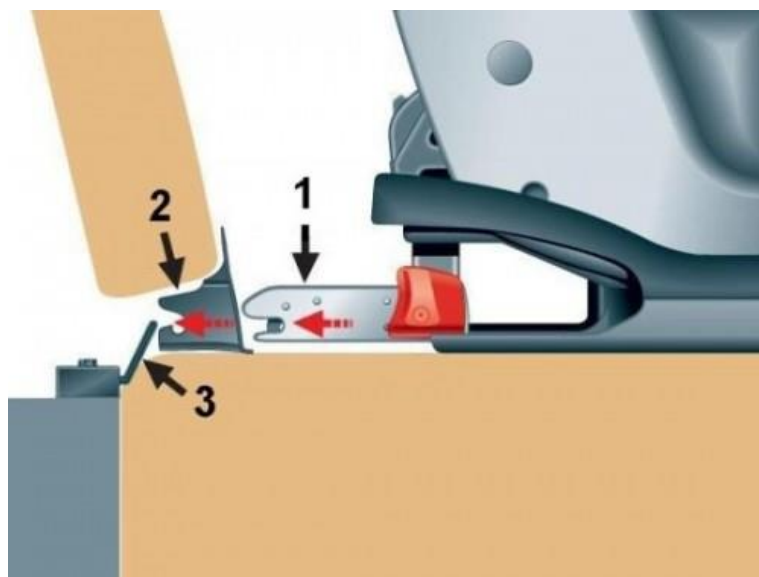
Dle oblasti působnosti předpis, EHK R-14, odstavec 1, rozděluje automobily do dvou kategorií. První kategorie se zabývá hodnocením osobních automobilů (M). Druhá kategorie hodnotí nákladní automobily (N). Tento předpis řeší pevnost sedadel a jejich ukotvení a pevnost hlavových opěrek.

Isofix je zádržný systém pro ukotvení dětských sedaček. Tento systém spojí dětskou sedačku velmi spolehlivě, pevně a jednoduše ke karoserii automobilu. Isofix je „*Mezinárodní standardizovaný systém ukotvení dětské sedačky v automobilu.*“<sup>2</sup> Název Isofix se skládá ze dvou částí ISO – Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Standardization Organization) druhé slovo FIX (fixation), to znamená fixace či také upnutí.

<sup>2</sup> EHK R-14: 2018, Jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska kotevních úchytků bezpečnostních pásů, systémů ukotvení Isofix, horních kotevních úchytků Isofix a míst k sedění I-size – přeloženo TÜV SÜD Czech z anglického originálu: UN Regulation No 145 — Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to ISOFIX anchorage systems ISOFIX top tether anchorages and i-Size seating positions

System Isofix v dnešní době splňuje normu ISO 13216. Pro automobily je tento prvek pasivní bezpečnosti povinným prvkem, který se využívá pro přepravu malých dětí. [39]

Isofix spojuje dětskou sedačku s karoserií, tím vytváří velmi pevné spojení, které eliminuje riziko zranění pro děti umístěné v autosedačce. Pomocí pevných řemenů se dětské autosedačky připevňují do systémů, které jsou připraveny v karoserií automobilu. Isofixy mají několik výhod jako jsou snadnost spojení pro uživatele, spolehlivost použití, a především pevné ukotvení v automobilu. System je umístěn ve spodní části zadních a předních sedadel (Obr. 40). [39]



Obr. 40 Schéma ukotvení Isofixu do třemů [39]

#### 4.1.2.1 Rozdělení dětských autosedaček

Dětské sedačky je možné rozdělit do několika kategorií. Z hlediska umístění ve vozidle jsou dětské autosedačky rozděleny do dvou základních kategorií.

První kategorií jsou autosedačky pro kojence. Platí zde hmotnostní rozsah 0 - 13 kg. Tyto sedačky jsou známé pod názvem skořepiny, vajíčka nebo skořápky. Tento typ autosedačky je vhodné i s pasažérem umístit proti směru jízdy. Pokud dojde k nárazu, energie pasažéra pohltí zádivou plochu, a to včetně hlavy dítěte. Tělo dítěte umístěné v autosedačce při čelním nárazu nemá kam letět a zůstane bezpečně v sedačce. U malých dětí v této hmotnostní kategorií je velikost, a především hmotnost hlavy v nepoměru s tělem, proto je třeba zvláštních opatření. Touto polohou se u dětí zamezí nebezpečí zranění krční páteře. Aby u těchto autosedaček mohl být využit systém Isofix, je použita připojovací hrazda, která je umístěna pod nohama dítěte. Pro vyšší stabilitu autosedačky se u některých

typů nachází polohovatelná podpora nohou (Obr. 41). Doporučené je pro umístění autosedačky zadní sedadlo, které je z důvodu bezpečnosti pasažérů nejvhodnější. Dětskou sedačku lze umístit i na stranu spolujezdce, ale v tom případě musí dojít k vypnutí bezpečnostního airbagu. Nové typy vozidel tuto funkci vypnutí airbagu mají standardně ve výbavě vozu. Pro malé děti je zapnutý airbag smrtelně nebezpečný. [39]



Obr. 41 Autosedačky pro kojence [39]

Druhou kategorií jsou autosedačky pro děti vyššího věku, které se dále dělí podle hmotnosti a let dětí. První skupinou jsou sedačky pro děti od 9 měsíců do 4 let s hmotností 9–18 kg. Druhá skupina je určena pro děti od 4–16 let s hmotností 15–25 kg. Tento typ autosedaček se v automobilu převážně umísťuje po směru jízdy. Lepší variantou je umístění sedačky na zadní sedadlo (Obr. 42). Některé typy automobilů umožňují tyto autosedačky umístit i na stranu spolujezdce, tyto automobily mají v přední sedačce systém Isofix. Zde je zapotřebí, jako v kategoriích první, vypnout airbag spolujezdce. V případě nevypnutí i zde hrozí vážné ohrožení dítěte. Pro umístění dětské autosedačky je doporučeno přední sedačku umístit co nejdále od přístrojové desky vozu. [39]





Obr. 42 Dětská autosedačka ve směru jízdy [40]

#### 4.1.2.2 Pásy u dětských sedaček se systémem Isofix

U sedaček různých typů jsou pásy součástí dětské sedačky, nebo se používá bezpečnostní pás vozu. Při použití dětské sedačky s integrovaným pásem jsou menší děti lépe fixovány k autosedačce. V tomto případě systém isofix drží pouze autosedačku a integrovaný pás drží dítě v sedačce. Tento typ sedačky disponuje třím bodovým nebo pětím bodovým systémem uchyceným ke kostře. Platí zde pravidlo, že čím více bodový systém, tím lepší bezpečnost pasažérů. Při použití sedačky bez integrovaných pásů je využíván klasický bezpečnostní pás vozidla. Zde sedačku při nárazu drží systém Isofix, ale pro připoutání je zde klasický bezpečnostní pás. Pásy, které má každý automobil, bývají standardně třím bodové. Posledním způsobem je autosedačka bez využití Isofixu. Tento způsob uchycení, kdy sedačka není pevně uchycena ke karoserii, je méně ideální. Dítě v autosedačce i sedačku samotnou drží pouze klasický bezpečnostní pás. [39]

#### 4.1.2.3 Zkouška pevnosti úchytů systémem Isofix

Pevnost ukotvení systému isofix se zkouší působením sil na zařízení SFAD, které je zároveň součástí zkoušky s optimálně připojeným Isofixem. Zkouška se vykonává na kompletně dokončeném před-sériovém vozidle, nebo na příslušných částech, které splňují pevnost a tuhost vozidla. Okolní díly, jako jsou dveře a okna, mohou být zavřené nebo

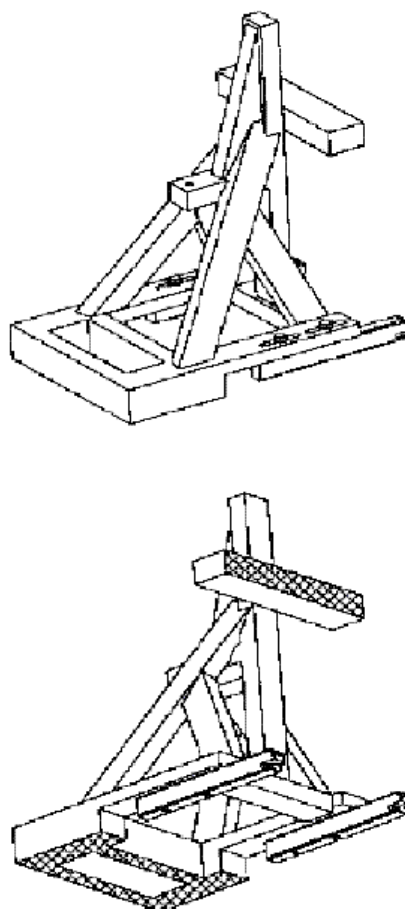
nemusí. Síla zkušebního zařízení se aplikuje na zařízení SFAD směrem dopředu, nebo šikmo dle Tab. 4. [41]

Tab. 4 Směry zkušebních sil [41]

Směr zkoušky	Dovolené rozsahy stupňů	Zkušební síly
dopředu	$0^\circ \pm 5^\circ$	$8 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$
šikmo	$75^\circ \pm 5^\circ$ ( na obě strany přímo dopředu nebo na horší stranu, nebo jsou-li obě strany symetrické, pouze na jednu stranu)	$5 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$

Silové zatížení úplně je třeba dosáhnout v co nejrychlejším časovém intervalu tj. 30 s. To slouží k maximálnímu dosažení silového zatížení.

Pro zkoušku působení statické síly se namísto dětských sedaček používá zkušební zařízení ocelové konstrukce SFAD, které nahrazuje dětské sedadlo při vykonávání zkoušky (Obr. 43). Tato konstrukce má přesné rozměry a je definována v normě EHK R-14.[41]



Obr. 43 Zkušební zařízení pro statické zkoušky SFAD [41]

#### 4.1.2.3.1 Zkouška silou směrem dopředu

Zkouška se provádí v homologovaných zkušebnách. Ve zkušebním voze jsou umístěny zadní sedadla, na kterých je za pomoci systému Isofix připnuto zkušební zařízení SFAD. Za pomoci řetězů, které jsou připnuty ke zkušebnímu zařízení SFAD, se vyvine pomocí hydraulického mechanismu předepsaná síla. Pro zkoušku se používá podélné horizontální posunutí (po předpětí) bodu X (čepové ukotvení) (Obr. 44). Silové zařízení směrem dopředu působí silou  $8 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$ . Omezující podmínkou je vzdálenost 125 mm od bodu X. V průběhu zkoušky na systém Isofix působí trvalé deformace. [41]



Obr. 44 Zkouška silou směrem dopředu

#### 4.1.2.3.2 Zkouška silou šikmým směrem.

Příprava pro tuto zkoušku probíhá ve stejném režimu jako pro zkoušku s působením síly směrem dopředu. Posunutí bodu X (čepové ukotvení) zařízení SFAD ve směru síly (po předpětí). Zařízení pomocí řetězů působí na zkušební zařízení silou  $5 \text{ kN} \pm 0,25 \text{ kN}$ . Omezující podmínkou je vzdálenost 125 mm od bodu X. V průběhu zkoušky na systém Isofix znovu působí trvalé deformace (Obr. 45). [41]



Obr. 45 Zkouška silou šikmým směrem

Výsledné hodnocení se provádí oční kontrolou. V průběhu zkoušky nesmí dojít k natržení nebo poškození jakéhokoliv spodního úchyty systému Isofix. K porušení nesmí dojít ani na přilehlých oblastech v okolí ukotvení Isofixu (Obr. 46). [41]



Obr. 46 Výsledné hodnocení zkoušky

## 5 Závěr

V bakalářské práci je popsána stručná historie vzniku a vývoje aktivních a pasivních bezpečnostních prvků v automobilech. S nárůstem počtu automobilů na silnicích se zvýšil také výskyt nehod, což motivovalo výrobce aut k vytváření bezpečnostních prvků, které by ochraňovaly posádku. Zpočátku byly vyráběny pouze pasivní prvky, jelikož technologie nejprve neumožňovaly rozvoj složitějších komponent. Až použití elektroniky a elektrotechniky v automobilech umožnilo vznik aktivních prvků bezpečnosti, které určily nový směr bezpečnosti v automobilech.

Jednotlivé bezpečnostní prvky jsem proto rozdělil do dvou skupin na aktivní a pasivní bezpečnost. Zde jsem popsal nejdůležitější zástupce jednotlivých skupin. K posouzení bezpečnosti automobilu slouží hodnocení nezávislého konsorcia pro testování vozidel Euro NCAP. V této práci jsou popsány oblasti testování, ale také vysvětlení principu výsledného hodnocení pomocí hvězdiček. Vývoj zejména aktivních bezpečnostních prvků se velmi rychle rozvíjí, proto se také požadavky Euro NCAP neustále zvyšují.

Praktická část práce je věnovaná fyzické zkoušce bezpečnosti pevnosti sedadel a zkoušce zádržných systému pro použití dětských sedadel. Výsledek první zkoušky je dle zákonných požadavků vyhovující. Výsledné hodnoty zrychlení byly v požadovaném koridoru, který určuje správnost výsledku zkoušky. Rozsah tohoto koridoru je od 20–28 g. Maximální přetížení v provedené zkoušce dosáhlo hodnoty 22,96 g, což v přepočtu odpovídá reálné rychlosti 49,21 km/h v čase 0,12 s. Nejnižší zatížení podle grafického znázornění bylo -2,59 g. Po celou dobu zatížení nedošlo k posunutí sedadel přes příčnou rovinu umístěnou 100 mm před R-bodem opěradla. Vzhledem k těmto výsledkům posuzovaná sedadla z hlediska bezpečnosti a pevnosti vyhovují zákonným požadavkům a mohou být použité pro sériové automobily.

Druhá zkouška hodnotí pevnost zádržných systémů Isofix. Dětské sedadlo bylo nahrazeno zkušebním zařízením kovové konstrukce SFAD umístěným na zadním sedadle. Zkouška proběhla v přímém a šikmém směru. Při zkoušce v přímém směru se na zkušební zařízení SFAD působilo zatížením 8 kN. V šikmém směru bylo použito zatížení 5 kN. V obou případech nebylo překročeno požadovaného limitu 125 mm od bodu X (čepové ukotvení). Výsledné hodnocení bylo provedeno oční kontrolou. V průběhu zkoušky nedošlo k natržení nebo poškození jakéhokoliv spodního úchyty systému Isofix. K porušení nedošlo ani na přilehlých oblastech v okolí ukotvení Isofixu.

Vzhledem k současné velké hustotě provozu je téma aktivní a pasivní bezpečnosti velmi důležité. Bezpečnostní prvky v dnešní době jsou již na vysoké úrovni. Bohužel je však dnes stále nevyužívají zdaleka všichni řidiči, ačkoliv se možnosti stále rozšiřují a stávají se dostupnějšími.

## 6 Seznam použitých zdrojů

- [1]. Škoda techweb. Pasivní bezpečnost. [online]. 2003. [cit. 21.02.2020]. Dostupné z: <<https://www.skoda-techweb.cz/clanek.php?id=419>>
- [2]. Hyman Ltd. Classic Cars. [online]. 2020. [cit. 21.02.2020]. Dostupné z: <<https://hymanltd.com/vehicles/3212-1922-duesenberg-model-a/>>
- [3]. History of Car Safety - Crash Test. [online]. [cit. 23.02.2020]. Dostupné z: <<https://www.crashtest.org/history-car-safety/>>
- [4]. America on the Move. National Museum of American History. [online]. [cit. 23.02.2020]. Dostupné z: <<https://americanhistory.si.edu/america-on-the-move>>
- [5]. Autokaleidoskop. [online]. [cit. 27.02.2020]. Dostupné z: <<https://www.autokaleidoskop.cz/files-/200903/>>
- [6]. Car safety timeline.[online]. [cit. 27.02.2020]. Dostupné z: <<http://www.driverstechnologyassociation.co.uk/car-safety-timeline.htm>>
- [7]. Tipcars magazin. Bezpečnostní systémy v osobních automobilech. [online]. [cit. 03.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.tipcars.com/magazin/nase-tema/bezpecnostni-systemy-v-osobnich-automobilech.html>>
- [8]. Aktuálně.cz. Euro NCAP. [online]. [cit. 03.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.aktualne.cz/wiki/auto/euro-ncap/r~i:wiki:3845/>>
- [9]. Auto Express. The evolution of car safety: a history. [online]. [cit. 05.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.autoexpress.co.uk/car-news/90221/the-evolution-of-car-safety-a-history>>
- [10]. autolexicon.net. Aktivna bezpečnost. [online]. [cit. 09.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.autolexicon.net/sk/articles/aktivni-bezpecnost/>>
- [11]. autolexicon.net. ABS (Anti-lock Braking System). [online]. [cit. 09.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>>
- [12]. autolexicon.net. EDS (Elektronische Differenzialsperre). [online]. [cit. 09.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.autolexicon.net/cs/articles/eds-elektronische-differenzialsperre/>>
- [13]. autolexicon.net. ASR (Antriebsschlupfregelung). [online]. [cit. 09.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.autolexicon.net/cs/articles/asr-antriebsschlupfregelung/>>
- [14]. Robert Bosch GmbH. Electronic stability program (ESP®). [online]. [cit. 15.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/products-and-services/passenger-cars-and-light-commercial-vehicles/driving-safety-systems/electronic-stability-program/>>
- [15]. ExtremeTech. What is adaptive cruise control, and how does it work?. [online]. 1996 [cit. 16.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.extremetech.com/extreme/157172-what-is-adaptive-cruise-control-and-how-does-it-work>>
- [16]. Auto.cz. Adaptivní tempomat. [online]. 2001 [cit. 16.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.auto.cz/adaptivni-tempomat-jak-funguje-a-jake-zname-druhy-104364>>
- [17]. Ebbett ŠKODA. ŠKODA Dealer Hamilton, Waikato [online]. [cit. 16.03.2020]. Dostupné z: <<https://ebbettskoda.nz/new-cars/karoq/#rear-view-camera>>



- [18]. General Motors. Adaptive Forward Lighting Info. [online]. 2020 [cit. 16.03.2020]. Dostupné z: <<https://gmauthority.com/blog/gm/general-motors-technology/gm-lighting-technology/gm-adaptive-forward-lighting-technology/>>
- [19]. BMW Head Up Display: How It Works and What Information Can You See. [online]. 2018. [cit. 21.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.bmwux.com/bmw-performance-technology/bmw-technology/bmw-head-up-display-explained/>>
- [20]. Kogan.com. GPS Car Head Up Display. [online]. 2020. [cit. 21.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.kogan.com/au/buy/gps-car-head-display-b/>>
- [21]. Passive safety systems: what are they and how do they work?. [online]. [cit. 22.03.2020]. Dostupné z: <https://roadsafetyfacts.eu/passive-safety-systems-what-are-they-and-how-do-they-work/>
- [22]. Safety Features: Passive safety features. [online]. [cit. 23.03.2020]. Dostupné z: <[https://brainonboard.ca/safety\\_features/passive\\_safety\\_features.php](https://brainonboard.ca/safety_features/passive_safety_features.php)>
- [23]. How do airbags work. Explain that Stuff. [online]. 2008. [cit. 23.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.explainthatstuff.com/airbags.html>>
- [24]. Autosalon a autoservis. Přerost a Švorc auto. [online]. [cit. 25.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.prerost-svorc.cz/skoda-octavia#feature55>>
- [25]. Airbags and Vehicle Occupant Safety. Arrive Alive. [online]. 2020. [cit. 27.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.arrivealive.mobi/airbags-and-vehicle-occupant-safety?platform=hootsuite>>
- [26]. Extend and Retract: How Seatbelts. [online]. [cit. 27.03.2020]. Dostupné z: <<https://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/seatbelt3.htm>>
- [27]. Force of Impact. [online]. 2020. [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <<https://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/crumple-zone1.htm>>
- [28]. Karoserie. Bezpečné cesty.cz. [online]. 2014 [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/karoserie> Euro NCAP - Hledat Googlem. Google [online]. Dostupné z: [https://www.google.com/search?q=Euro+NCAP&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjO2L\\_IpsDoAhUJsaQKHbmdB9sQ\\_AUoAXoECBMQAw&biw=1366&bih=608#imgrc=iZnHapWINoHs-M](https://www.google.com/search?q=Euro+NCAP&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjO2L_IpsDoAhUJsaQKHbmdB9sQ_AUoAXoECBMQAw&biw=1366&bih=608#imgrc=iZnHapWINoHs-M)
- [29]. Euro NCAP. Members and Test Facilities. [online]. 2020. [cit. 31.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/members-and-test-facilities/>>
- [30]. Euro NCAP. The Ratings Explained. [online]. 2020. [cit. 31.03.2020]. Dostupné z: <<https://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/>>
- [31]. Ochrana chodců: Nezávislé testy, víc než jen recenze. [online]. [cit. 31.03.2020]. Dostupné z: <[https://www.dtest.cz/clanek-67/ochrana-chodcu?subscribe\\_type%5B0%5D=10%22%27](https://www.dtest.cz/clanek-67/ochrana-chodcu?subscribe_type%5B0%5D=10%22%27)>
- [32]. Euro NCAP. How To Read The Stars. [online]. 2020. [cit. 01.04.2020]. Dostupné z: <<https://www.euroncap.com/en/about-euro-ncap/>>



- [33]. Official Renault Laguna 2001 safety rating. [online]. 2020. [cit. 01.04.2020].  
Dostupné z: <<https://www.euroncap.com/en/ratings-rewards/latest-safety-ratings/en/results/renault/laguna/15556>>
- [34]. Euro NCAP. Skoda Octavia. [online]. [cit. 02.04.2020]. Dostupné z:  
<<https://www.euroncap.com/en/results/skoda/octavia/39136#>>
- [35]. Euro NCAP. For engineers. [online]. [cit. 02.04.2020]. Dostupné z:  
<[https://www.euroncap.com/en/for-engineers/.](https://www.euroncap.com/en/for-engineers/)>
- [36]. Euro NCAP. What's New?. [online]. [cit. 02.04.2020]. Dostupné z:  
<<https://www.euroncap.com/en/for-engineers/>>
- [37]. ECE R-17. 2009. Regulation No 17 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the seats, their anchorages and any head restraints. [online]. [cit. 04.04.2020]. Dostupné z:  
<<https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/2015/R017r5e.pdf>>
- [38]. PETŘÍK, Jan: Interakce sdačky a zátěže: Disertační práce. Liberec: TU v Liberci, 2008. 28 s.
- [39]. autolexicon.net. ISOFIX. [online]. 2020 [cit. 04.04.2020]. Dostupné z:  
<<https://www.autolexicon.net/cs/articles/system-isofix/>>
- [40]. Důležité tipy pro cestování s dětmi ve vozech ŠKODA. [online]. 2020 [cit. 04.04.2020]. Dostupné z: <<https://www.skoda-storyboard.com/cs/tiskove-zpravy-archiv/dulezite-tipy-pro-cestovani-s-detmi-ve-vozech-skoda/>>
- [41]. EHK/OSN č. 14 - Předpis Evropské hospodářské komise. [online]. [cit. 04.04.2020]. Dostupné z:  
<<https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=42011X0428%2801%29>>

## Seznam obrázků

Obr. 1 Duesenburg model A [2] .....	4
Obr. 2 První bezpečnostní tříbodový pás ve vozech Volvo [4] .....	5
Obr. 3 Renault Laguna 2001 [9] .....	7
Obr. 4 Příklad fungování stabilizačních systémů [10].....	8
Obr. 5 Asistent pozornosti s doporučením na přestávku [10].....	9
Obr. 6 vyhýbací manévr vozidla s ABS (vlevo) a vozidla bez ABS (vpravo) [11].....	9
Obr. 7 Základní části systému ABS [11] .....	10
Obr. 8 Rozdělení točivého momentu mezi jednotlivá kola [12].....	11
Obr. 9 Schéma funkce systému ASR [13] .....	11
Obr. 10 Komponenty systému ESP [14].....	12
Obr. 11 Funkce adaptivního tempomatu v provozu [16].....	13
Obr. 12 Detekce mrtvého úhlu [17] .....	14
Obr. 13 Asistent vyparkování [17] .....	14
Obr. 14 Adaptivní přední světlomety [18].....	15
Obr. 15 Ukázka promítání Head Up Displeje [20] .....	15
Obr. 16 Znázornění umístění airbagů ve voze [24] .....	17
Obr. 17 Nafouknutí airbagu řidiče a spolujezdce[25].....	17
Obr. 18 Blokovací mechanismus bezpečnostního pásu [26] .....	18
Obr. 19 Druhý druh blokovacího mechanismu [26].....	19
Obr. 20 Části karoserie automobilu[28] .....	20
Obr. 21 Deformační zóna vozidla [28] .....	21
Obr. 22 Logo organizace Euro NCAP [27] .....	22
Obr. 23 Bezpečnost dospělé posádky[30].....	23
Obr. 24 Bezpečnost ochrany dětí [30] .....	23
Obr. 25 Ochrana chodců [30] .....	24
Obr. 26 Ukázka zón s impaktorem u vyšší a střední třídy vozu [31] .....	24
Obr. 27 Bezpečnostní asistent [30] .....	24
Obr. 28 První pětihvězdičkový automobil Renault Laguna[33].....	26
Obr. 29 Pětihvězdičkově ohodnocená Škoda Octavia čtvrté generace [34] .....	26
Obr. 30 Trojrozměrný vztažný systém vozidla [37] .....	30
Obr. 31 Označení části zařízení 3DH [37].....	31
Obr. 32 Ukázka polohy H-bodu vůči R-Bodu [38] .....	32
Obr. 33 Řez automobilu. Ukázka před vykonání zkoušky. [37].....	33
Obr. 34 První typ zkušebního impaktoru, vytvořen v programu SOLID WORKS.....	34
Obr. 35 Druhý typ zkušebního impaktoru, vytvořen SOLID WORKS.....	34
Obr. 36 Poloha zkušebních těles [37] .....	35
Obr. 37 Graf vyjadřující zpoždění vozíku [37].....	35
Obr. 38 Fyzická zkouška v čase 104.0 ms. ....	36
Obr. 39 Výsledný graf ze zkoušky a následný přepočet průběhu rychlosti.....	37
Obr. 40 Schéma ukotvení Isofixu do třemů [39] .....	38
Obr. 41 Autosedačky pro kojence [39].....	39
Obr. 42 Dětská autosedačka ve směru jízdy [40] .....	40
Obr. 43 Zkušební zařízení pro statické zkoušky SFAD [41].....	41
Obr. 44 Zkouška silou směrem dopředu .....	42
Obr. 45 Zkouška silou šikmým směrem .....	43
Obr. 46 Výsledné hodnocení zkoušky .....	43

## **Seznam tabulek**

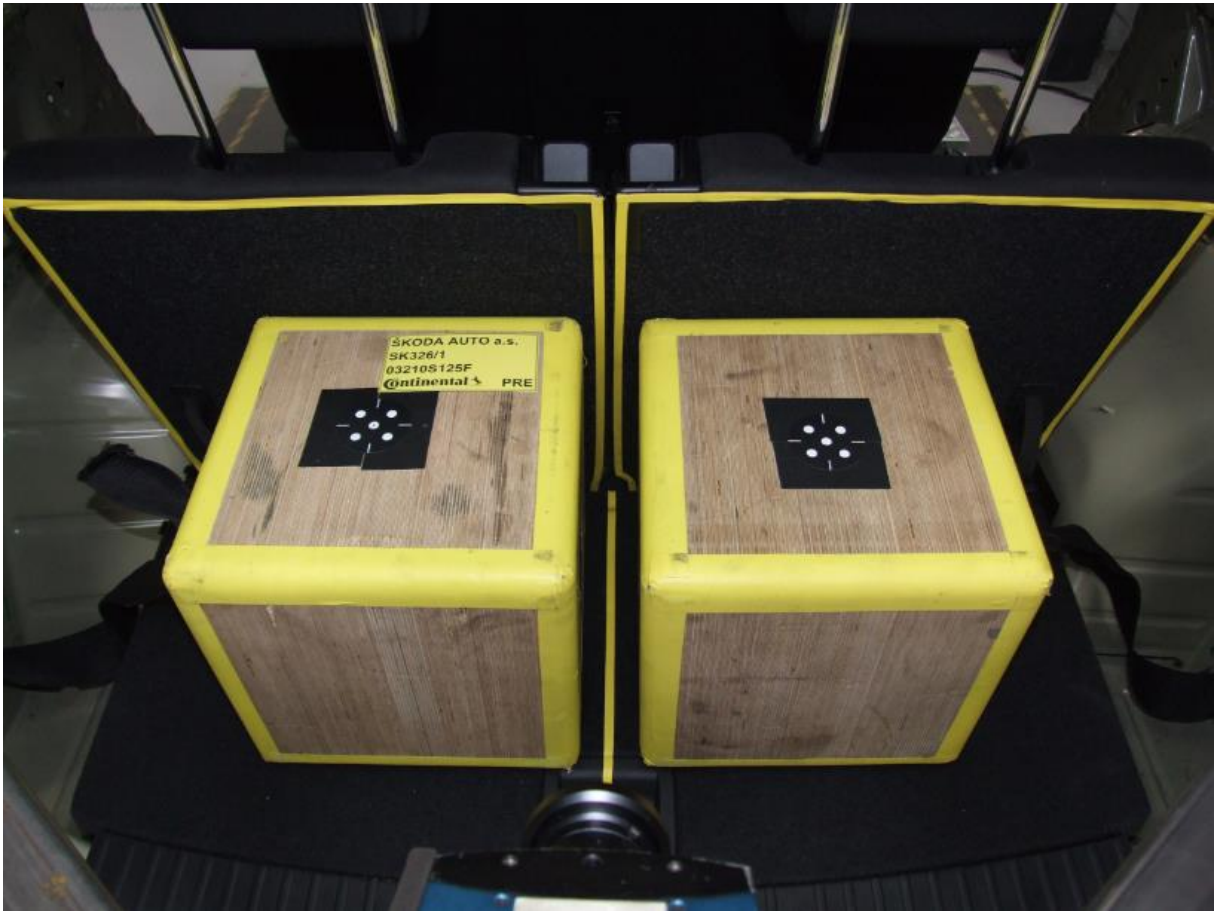
Tab. 1 Organizace spolupracující s Euro NCAP [29].....	22
Tab. 2 Bodové hodnocení testů [30].....	26
Tab. 3 Rozdělení počtu hvězdiček [30] .....	27
Tab. 4 Směry zkušebních sil [41] .....	41

## **Seznam použitých zkratek**

ABS	Anti-lock Braking System
ACC	Adaptive Cruise Control
AEB	Autonomous Emergency Braking
AFL	Adaptive Forward Lighting
ASR	Antriebsschlupfregelung
BLIS	Blind Spot Information System
EDS	Elektronische Differenzialsperre
ESP	Electronic Stability Programme
Euro NCAP	European New Car Assessment Programme
HHC	Hill Hold Control
HUD	Head Up Display
Isofix	International Standardization Organization fixation
LED	Light-Emitting Diode
SUV	Sport Utility Vehicle

## **7 Přílohy**

Příloha I, II,III: Fotodokumentace průběhu testování bezpečnosti a pevnosti sedaček.



*Obrázek 1 Zkušební impaktory*



*Obrázek 2 Zkušební impaktory v zavazadlovém prostoru*



*Obrázek 3 Karoserie vozu připravena ke zkoušce*





*Obrázek 4 Karoserie vozu po zkoušce*



*Obrázek 5 Zabezpečení před vypadnutím impaktorů ze zavazadlového prostoru*