

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Dopravní a manipulační technika

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Systemy pro bezpečnou jízdu silničního vozidla

Autor: **Marek Havlík**
Vedoucí práce: **doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.**

Akademický rok
2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek HAVLÍK**
Osobní číslo: **S12B0145P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**
Název tématu: **Systémy pro bezpečnou jízdu silničního vozidla**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Proveďte rešerši problematiky bezpečnosti silničního vozidla, uveďte příklady konstrukčních řešení karoserie vozidel a jejich testování pro zajištění požadované míry bezpečnosti. Uveďte přehled elektronických systémů pro zajištění bezpečného provozu silničních vozidel. Vysvětlete pojem telematika a její význam pro bezpečnost silničního provozu. Zpracujte technický popis vybraného bezpečnostního systému silničního vozidla.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Bezpečnost silničního vozidla
2. Konstrukční řešení karoserie vozidel
3. Elektronické systémy bezpečnosti vozidla
4. Telematika
5. Technický popis vybraného bezpečnostního systému

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojího inženýra 1.* Brno: Computer press, 1999

VLK, F. *Stavba motorových vozidel.* Brno: nakl. Vlk, 2003

Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Jan Roubal**
Expert z praxe

Datum zadání bakalářské práce: **22. září 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **26. června 2015**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Václava Lášová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 22. září 2014

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Tímto chci poděkovat především konzultantovi mé práce panu Ing. Janu Roubalovi za kvanta cenných rad a informací, které mi v průběhu zpracování ochotně poskytoval. Dále děkuji vedoucímu práce panu doc. Ing. Ladislavu Němcovi, CSc. za jeho rady a hlavně za jeho požadavky na průběžnou práci od začátku ročníku.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Havlík	Jméno Marek	
STUDIJNÍ OBOR	23-35-8 „Dopravní a manipulační technika“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Němec,CSc.	Jméno Ladislav	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Systémy pro bezpečnou jízdu silničního vozidla		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2015
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	64	TEXTOVÁ ČÁST	60	GRAFICKÁ ČÁST	4
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Bakalářská práce obsahuje rešerši problematiky bezpečnosti silničních vozidel (zaměřeno na osobní automobily). Pojednává o aktivní i pasivní bezpečnosti vozu, historii některých bezpečnostních systémů a o elektronických asistentech řízení. Práce je doplněna o model zámku bezpečnostního pásu, zhotovený ve 3D softwaru a k němu je zhotovena výkresová dokumentace.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>bezpečnost, rešerše, automobil, ABS, ESP, ASR, brzdy, airbag, pásy, ovladatelnost, nehoda, kolize,</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Havlík	Name Marek	
FIELD OF STUDY	23-35-8 "Transport and handling machinery"		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Němec,CSc.	Name Ladislav	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Systém for the safe driving of the road vehicle		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2015
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	64	TEXT PART	60	GRAPHICAL PART	4
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This Bachelor's thesis contains a recherche of the problematic of car safety driving. The thesis deals with active and passive safety of the road vehicle, along with the history of some of safety features and electronic driving assistants. The 3D model and technical drawings of the safety belt lock is included.
KEY WORDS	safety, recherche, car, ABS, ESP, ASR, brakes, airbag, belts, handling, accident, collision

Obsah

POUŽITÉ JEDNOTKY A ZKRATKY:	10
1. ÚVOD:	11
2. AKTIVNÍ BEZPEČNOST:	12
2.1. VÝHLED ŘIDIČE:.....	12
2.1.1. Výhled vpřed:	13
2.1.2. Výhled za sebe:.....	14
2.2. OVLADATELNOST:.....	15
2.2.1. Přetáčivost a nedotáčivost:	15
2.2.2. Nastavení podvozku:	18
2.2.3. Hmotnost a těžiště:	18
2.2.4. Pneumatiky:.....	19
2.3. KOMFORT:	21
2.4. ELEKTRONICKÉ ASISTENTY ŘÍZENÍ:	22
2.4.1. ABS (Anti-lock Braking System):	22
2.4.2. ASR (AntriebsSchlupfRegelung):	24
2.4.3. EDS (Elektronische DifferenzialSperr):	24
2.4.4. ESP (Electronic Stability Programme).....	25
2.4.5. EBV (EBD):	26
2.4.6. BAS (Brake Asistant System):	27
2.4.7. MSR (MotorSchleppmomentRegelung):.....	27
2.4.8. ACC (Adaptive Cruise Control):	27
2.4.9. ACS (Active City Stop):.....	28
2.4.10. LDW (Lane Departure Assistant):	28
2.4.11. Park Assist:.....	29
2.4.12. HSA (Hill Start Assistant):.....	29
2.4.13. BLIS (Blind Sport Information System):	30
2.4.14. Volvo Pedestrian Detection:.....	30
3. PASIVNÍ BEZPEČNOST:	31
3.1. VNĚJŠÍ PRVKY PASIVNÍ BEZPEČNOSTI:.....	32
3.1.1. Karoserie:	32
3.1.2. PPDB:.....	33

3.1.3. PA:	34
3.2. VNITŘNÍ PRVKY PASIVNÍ BEZPEČNOSTI:	35
3.2.1. Systémy pro upoutání:	35
3.2.2. Sedadla:	42
3.2.3. Airbagy:	42
3.2.4. Bezpečnostní uchycení sloupku řízení a pedálového ústrojí:	46
3.2.5. Deformace karoserie:	47
3.3. CRASH TESTY:.....	50
3.3.1. Čelní náraz:	51
3.3.2. Boční náraz:	52
3.3.3. Boční náraz na sloup:	54
4. TELEMATIKA:.....	55
5. ZÁMEK BEZPEČNOSTNÍHO PÁSU:	56
6. ZÁVĚR:	57
7. POUŽITÉ ZDROJE:	58
8. SEZNAM PŘÍLOH:.....	60

POUŽITÉ JEDNOTKY A ZKRATKY:

Použité jednotky:

Čas:	s	... sekunda
	ms	... milisekunda
Rychlost:	m/s	... metr za sekundu
	km/h	... kilometr za hodinu
Tlak:	MPa	... megaPascal
Objem:	l	... litr
Vzdálenost:	m	... metr
	Mm	... milimetr
Síla:	N	... Newton

Použité zkratky a označení:

ABS	... protiblokovací systém
ACC	... adaptivní tempomat
ACS	... asistent jízdy v koloně
ASR	... regulace prokluzu kol
BAS	... asistent brždění
BLIS	... systém hlídání mrtvého úhlu
EBV	... elektronický rozdělovač brzdných sil
EDS	... elektronická uzávěrka diferenciálu
ESP	... elektronický stabilizační program
f'	... třecí síla
F	... síla
HSA	... asistent rozjezdu do kopce
LDW	... asistent držení jízdního pruhu
MPV	... víceúčelové vozidlo
MSR	... elektronická regulace momentu motoru
RDI	... poranění z opakované jízdy
SUV	... sportovní užitkové vozidlo
PA	... airbag pro chodce
PPDB	... vystřelitelná kapota pro ochranu chodců
T	... těžiště

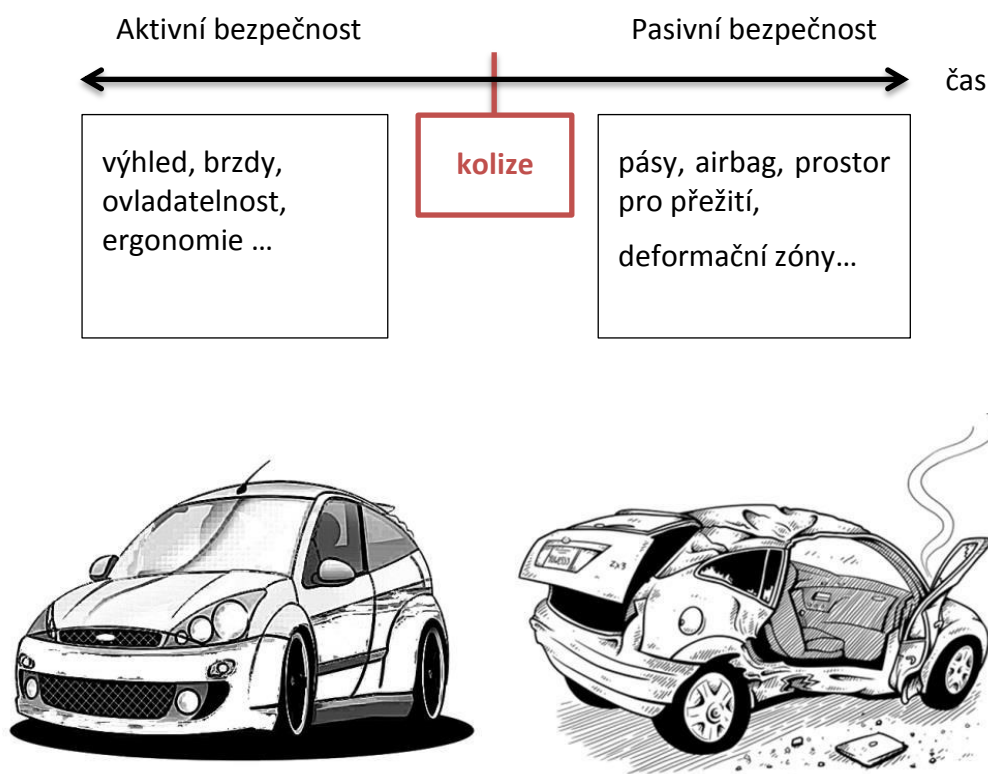
BEZPEČNOST SILNIČNÍHO VOZIDLA:

1. ÚVOD:

Nacházíme se v době, kdy je automobil takřka nezbytností v životě jak z hlediska osobního, tak i profesního. Vzrůstající počet nově přihlášených vozů, a současně s tím i větší počet kilometrů strávených ať už za volantem nebo v sedadle spolujezdce, vede k silnému nárůstu dopravního provozu. S houstnoucím provozem ruku v ruce roste i počet nehod. Může jít o drobné kolize, ale také o nehody s fatálními následky, v obou případech musí být zajištěna jistá bezpečnost. Bezpečnost silničního vozidla je významově velice široká a obsáhlá problematika, která začíná už ve výzkumných ústavech a vývojových centrech automobilek, kde se konstruktéři snaží vyvinout nebo zlepšit celou škálu systémů, které mají pomáhat předcházet dopravní nehodě, nebo v jejím případě chránit lidské životy posádky i okolí. A právě z pohledu na obě nepříjemné, avšak zcela reálné možnosti existující na všech pozemních komunikacích, rozdělujeme všechny možnosti jak kolizi zabránit, nebo alespoň zmírnit její následky. Bezpečnost vozidla tedy v základu členíme do dvou skupin. První skupinou je aktivní bezpečnost, ta má za úkol zabránit nehodě. Druhá je skupina pasivní bezpečnosti, ta má zase za úkol minimalizovat následky případné kolize.

2. AKTIVNÍ BEZPEČNOST:

Jedná se o systémy, prvky a opatření u vozidla, která mají za úkol předcházet kolizi. Do základů aktivní bezpečnosti spadají hlavně kvalitní a funkční brzdy umožňující okamžité zpomalení či zastavení vozidla, dobrý výhled řidiče, s tím související osvětlení, pneumatiky a v neposlední řadě i schopnost vozu rychle dosáhnout potřebné rychlosti například k předjetí v kopci. Současné automobily již disponují daleko větší škálou prvků aktivní bezpečnosti než je tento základ. Prvky jako jsou ABS, ASR, ESP a mnoho dalších jsou dnes samozřejmostí a značně pomáhají zlepšit ovladatelnost vozu.



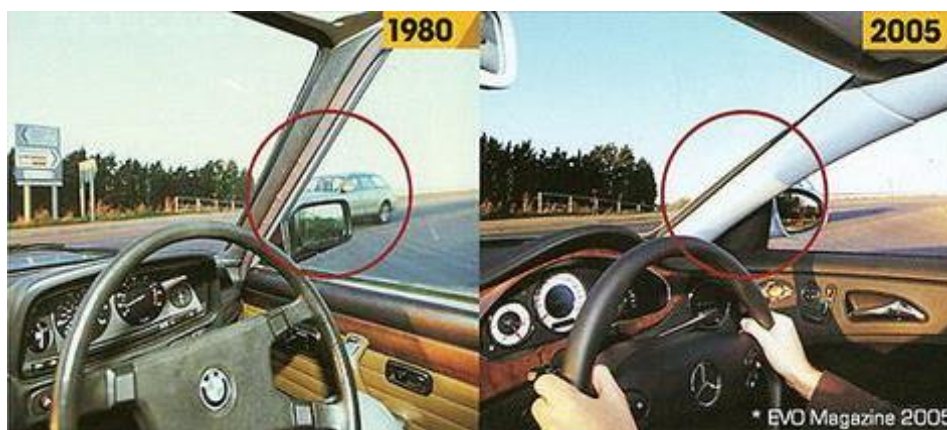
Obrázek 1: Čemu má za úkol předejít aktivní ochrana [20]

2.1. VÝHLED ŘIDIČE:

Zrak je jedním z hlavních smyslů, kterými řidič vnímá a následně vyhodnocuje situaci kolem sebe. Výhled řidiče a minimalizace mrtvých úhlů je proto velmi důležitá. Koneckonců většina používaných automobilů zatím nedisponuje elektronickými systémy, které dokáží například detekovat překážku na vozovce a včas zastavit, nebo upravit směr jízdy, takže tento úkol stále zůstává na řidiči. Je tedy důležité mít co nejlepší podmínky k tomu, aby řidič měl přehled co se děje jak před ním, tak i kolem něj.

2.1.1. Výhled vpřed:

Na první pohled se může zdát, že zde žádný problém nehrozí, že velké čelní sklo stačí k tomu, aby měl řidič dokonalý přehled co se děje před vozidlem. Není to ale pravda a i zde se vyskytují mrtvé úhly, nebo alespoň prvky zhoršující výhled. Jde například o přední sloupky (tzv. A sloupky), které jsou hlavně v současných vozech kvůli tuhosti a designu značně široké a zhoršují tak výhled. Někdy si výhled vpřed zhoršují ale i samotní řidiči, ať už nesprávným nastavením sedadla a volantu, tak i „personalizací“ interiéru různými přívěšky, které pověsí na zpětné zrcátko. Další problémy vznikají v zimě, kdy se na čelním skle tvoří námraza. Sklo je pak nutné zbavit námrazy oškrábáním. Bohužel skutečnost je taková, že řidiči si najdou důvod k zanedbání a oškrábají si pouze malý průzor, čímž značně zvyšují riziko přehlédnutí překážky.



Obrázek 2: Porovnání výhledu před A sloupky rok 1980 vs. 2005 [21]



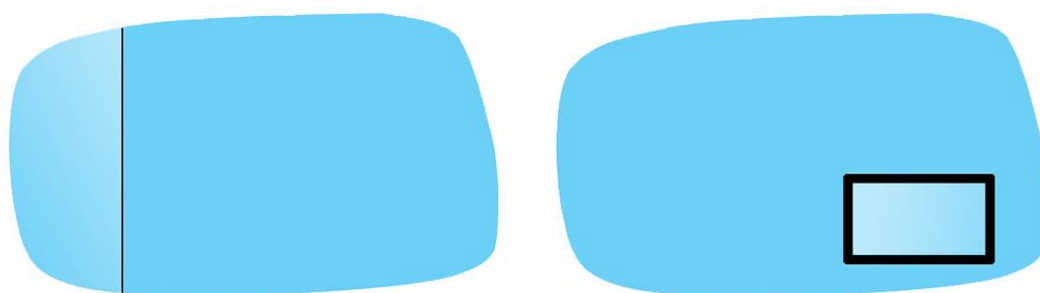
Obrázek 3: Špatně oškrábané sklo v zimě [22]



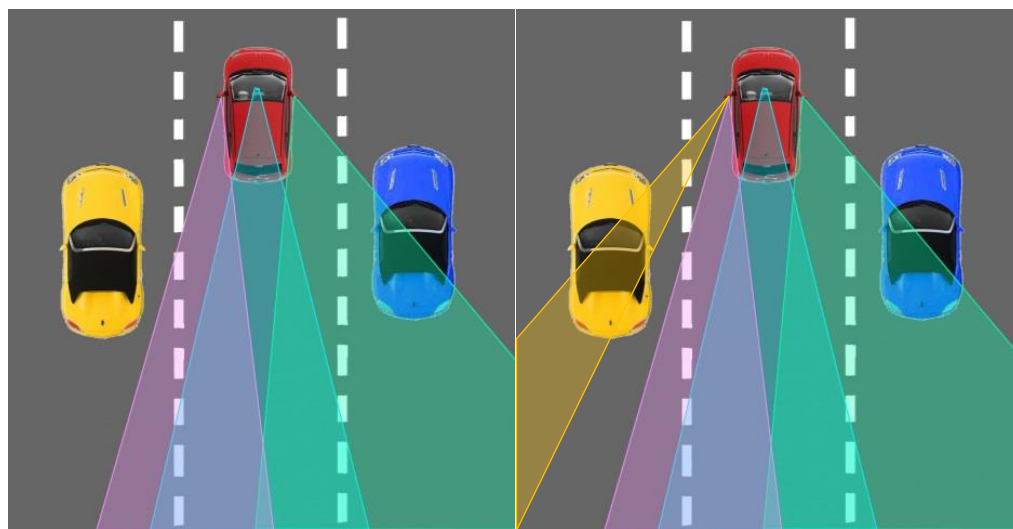
Obrázek 4: Přívěšek na zpětné zrcátko

2.1.2. Výhled za sebe:

Mít přehled o tom, co se děje za vozidlem je stejně důležité, jako vědět co se děje před ním. K tomu slouží především zpětná zrcátka, avšak ani při správném nastavení se nejde zcela zbavit mrtvých úhlů a k nehodě pak stačí jen malá nepozornost řidiče. Tento problém se dá řešit různými způsoby. Jedním způsobem je dělené, nebo zakřivené zrcátko na straně řidiče. Princip je to velmi jednoduchý. Ve zpětném zrcátku je část, která je odkloněna od zbytku plochy. Toto řešení efektivně zmenšuje velikost mrtvého úhlu, což značně snižuje riziko přehlédnutí vozu, který vozidlo předjíždí. U automobilů, které nedisponují takovými zpětnými zrcátky je možno zakoupit speciální přídatné zrcátko pro tyto účely a jednoduše jej na zpětné zrcátko přilepit.



Obrázek 5: Možné řešení eliminace mrtvého úhlu zakřivením (vlevo) a přídatným zrcátkem (vpravo)



Obrázek 6: Eliminace mrtvého úhlu před a po [23]

Na Obrázku 6 je v levé části vidět, že žluté auto je v tomto případě zcela mimo zorné pole. Z pohledu červeného vozu se tedy může zdát, že při přejetí do levého pruhu nehrozí žádná kolize. V pravé části vidíme zorné pole rozšířené pomocí prvků na Obrázku 5. V současných automobilech se k těmto jednoduchým prvkům používají elektronické senzory, které signalizují zvukem nebo diodou objekt v mrtvém úhlu.

2.2. OVLADATELNOST:



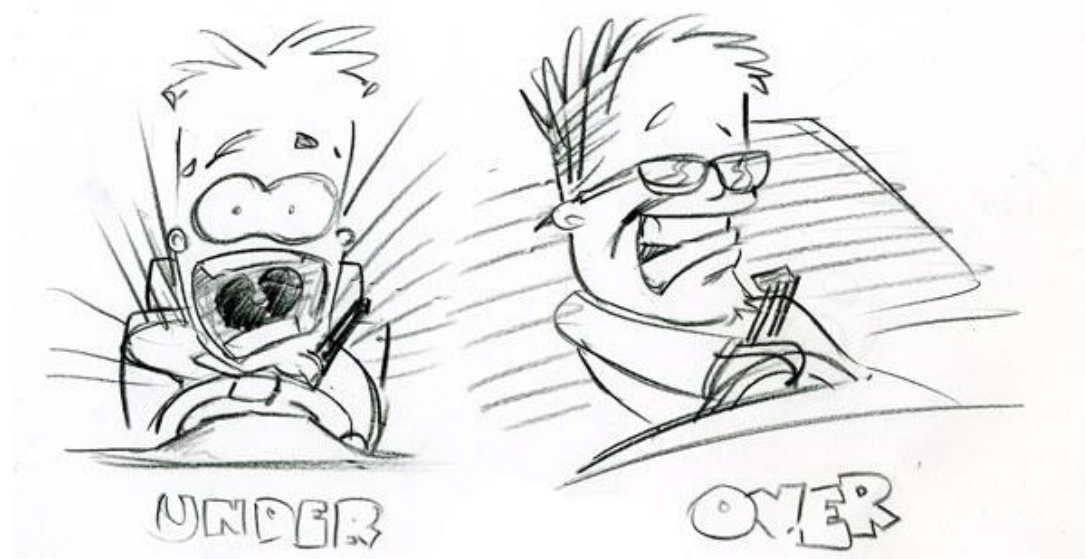
Obrázek 7: Ilustrační foto [24]

Pojem ovladatelnost vozidla v zásadě pojednává o tom, jak se vozidlo chová, když zatáčí. Ovladatelnější vozidlo je schopné projet zatáčkou větší rychlostí při menší pravděpodobnosti ztráty kontroly. To, jak dobře vozidlo takové situace zvládá, je především funkcí odpružení podvozku. Další důležité faktory mající velký vliv na ovladatelnost jsou pneumatiky, zatáčení a také hmotnost vozidla a poloha těžiště.

Často bývá ovladatelnost spojována hlavně se sportovními vozy, ve skutečnosti se ale projevuje hlavně v krizových situacích za běžného provozu. Pokud je třeba provést prudký manévř, tak přichází do hry právě ovladatelnost. Vozidlo, které se ovládá dobře, bude reagovat ostřeji a předvídatelněji na pokyny řidiče (zatáčení a brždění). Vozidlo se špatnou ovladatelností snadněji ztratí trakci, a buď se přetočí, anebo nebude dostatečně reagovat na snahu řidiče o změnu směru. [19]

2.2.1. Přetáčivost a nedotáčivost:

V předchozím odstavci byl zmíněn problém, kdy vozidlo zatočí buď příliš, nebo zatočí nedostatečně. Tyto jevy se odborně nazývají přetáčivost a nedotáčivost.



Obrázek 8: Komické znázornění prvotního pocitu při nedotáčivosti (vlevo) a přetáčivosti (vpravo) [25]

Přetáčivost se přirozeně objevuje u automobilů se zadním náhonem, ale objevuje se i u vozidel koncepce s přední poháněnou nápravou, kde je však způsobena odlišnou kombinací příčin. Hlavní příčinou přetáčivého smyku bývá ztráta adheze pneumatik na zadní nápravě vlivem příliš velkých příčných sil. Velké příčné setrvačné síly jsou způsobeny hlavně vysokou rychlostí průjezdu zatáčkou, koncentrací hmotnosti na zadní nápravě, nebo i povětrnostními podmínkami a stavem vozovky.

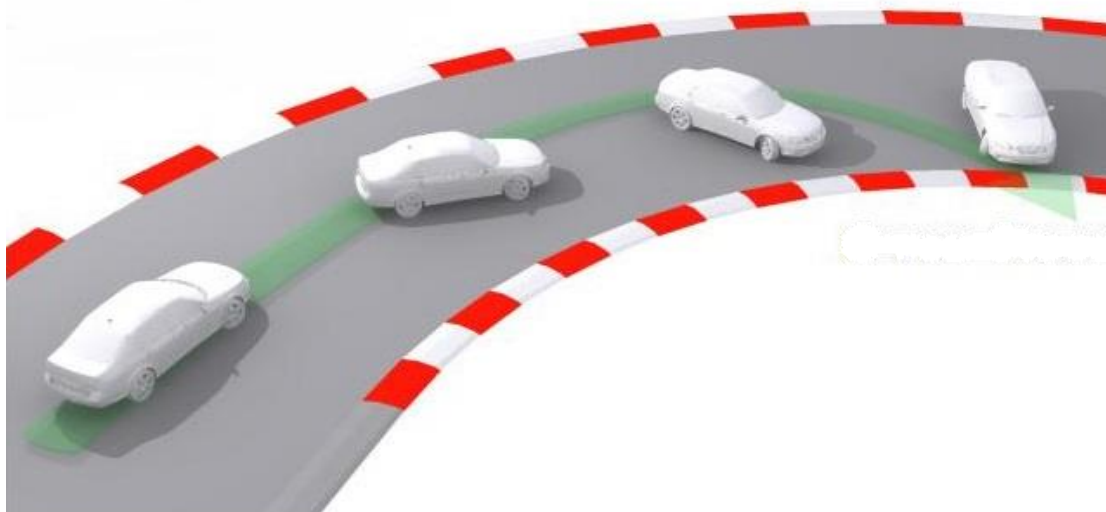
U automobilů s pohonem zadní nápravy je důvodem obvykle kombinace velkého záběru kol zadní nápravy s velkým příčným silovým působením. Jelikož kola zadní nápravy se obvykle nenatáčejí, není možné vyrovnat velký příčný moment natočením. Ten vzniká jako důsledek toho, že zadní náprava je do zatáčky vlečena za zbytkem vozu. Pokud je motor umístěn za zadní nápravou, působí pak svou velkou hmotností, při průjezdu zatáčkou, jako kyvadlo.

Při přetáčivém smyku přední část vozidla pokračuje při průjezdu zatáčkou směrem dovnitř zatáčky. V případě nezvládnutého smyku vozidlo začíná zatáčet směrem do středu zatáčky a zadní část vozidla opouští stopu a opisuje kružnici kolem předku vozidla. Na rozdíl od nedotáčivého smyku, kdy vozidlo pokračuje po větším rádiusu, začíná se při přetáčivém smyku vozidlo otáčet kolem vlastní osy, neboli udělá hodiny. Paradoxně při velmi silné rotaci stejně jako při nedotáčivém smyku vozidlo nejčastěji z cesty vyletí vnějším okrajem zatáčky.

Zřídka je možné dosáhnout přetáčivého smyku i s vozidlem s pohonem přední nápravy. Přetáčivý smyk může vzniknout při vybírání smyku nedotáčivého, případně při průjezdu zatáčky se zataženou ruční brzdou.

Přetáčivého smyku je možné dosáhnout také při brždění (i na rovině). Zejména na kluzkém povrchu se může stát, že zadní náprava začne při brždění ze stopy vybočovat. Důvodem může být odlehčení zadní nápravy nebo nesprávné seřízení brzd, kdy zadní brzdy brzdí více než přední a dojde k jejich zablokování.

[8] [14] [17]



Obrázek 9: Přetáčivost vozidla (oversteering) [26]

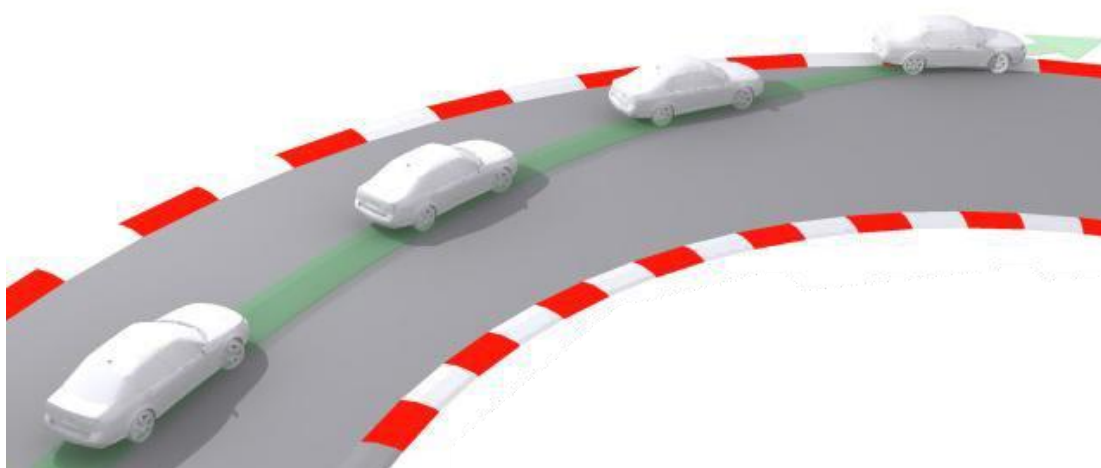
Nedotáčivost je jev, ke kterému dochází při průjezdu automobilu zatáčkou vyššími rychlostmi nebo za nepříznivého stavu povrchu vozovky. Název tohoto jevu je odvozen od faktu, že osa vozidla při průjezdu zatáčkou opisuje oblouk s větším poloměrem než má zatáčka, a tedy nedostatečně zatáčí.

Nedotáčivost je způsobena několika pasivními i aktivními faktory. Mezi pasivní se řadí okolnosti, které se v danou chvíli ovlivnit nemůžou (počasí, konstrukce vozidla, povrch vozovky, opotřebenění pneumatik), mezi aktivní pak záležitosti ovlivnitelné (zejména rychlost, poloha pedálu plynu, brzd a spojky, natočení volantu, volba jízdní stopy).

Nedotáčivost se přirozeně objevuje u automobilů s předním náhonem. U vozidel, jež nemají hnanou přední nápravu, působí jako hlavní činitel ztráty adheze přední nápravy pouze brzdící síly a příčné síly vznikající při změně směru vozidla. U pohonu přední nápravy se na ztrátě adheze podílí navíc i zrychlení (akcelerace) vozidla, obvykle v součinnosti s příčnými silami. Nedotáčivost podporuje i skutečnost, že podstatná část hmoty automobilu je umístěna nad přední nápravou. Při prudké změně směru jsou proto příčné síly značné. Naopak při špatných adhezních podmínkách na vozovce (štěrka, sníh, led, voda) stačí i relativně malá změna směru jízdy, aby se projevilo nedotáčivé chování.

Při nedotáčivém smyku pokračuje přední část vozu po tečně k oblouku v místě, v kterém z něho vozidlo vypadlo. K nedotáčivému smyku dojde obvykle při kombinaci zatáčení vozu (vytočená kola přední nápravy) a změně momentu působícího na přední kola. Čím prudší je změna momentu, tím víc stoupá pravděpodobnost vzniku smyku. Nedotáčivý smyk nemůže vzniknout na voze, který prudce akceleruje z místa, protože při ztrátě adheze neexistuje v případě stojícího vozidla síla, jež by je tlačila dopředu. Přední kola i přes natočení při nedotáčivém smyku vozidlo nevedou do zatáčky, protože přední náprava je ve smyku. V případě, že vozidlo opět nezíská kontakt s vozovkou, nekontrolovatelně vyletí vnějším okrajem zatáčky.

[7] [14]



Obrázek 10: Nedotáčivost vozidla (understeering) [26]

2.2.2. Nastavení podvozku:

Jak bylo řečeno, ovladatelnost určuje především nastavení podvozku. To však neovlivňuje jen charakter řízení, ale také komfort jízdy. Lepší ovládání vyžaduje tvrdší podvozek, to sebou ale váže i tvrdší, mnohdy méně pohodlnou jízdu. I s tím si ale někteří výrobci dokáží poradit a zejména německé automobilky jako Volkswagen nebo Audi vynikají tím, že dokáží vyrobit podvozek zaručující jak velmi dobré ovládání, tak i vysokou míru jízdního komfortu. Například automobilka Citroën řeší tento problém nastavitelným podvozkem Hydractive, který umožňuje nastavit si do jisté míry výšku i tuhost podvozku dle potřeby a terénu.

Suspension Hydractive 3

Normální jízdní poloha



Snižená poloha pro rychlou jízdu
aktivuje se při rychlosti přes 110 Km/h
při 90 km/h se auto vrací na původní výšku



Teréní - zvýšená poloha
je použitelná do rychlosti 70 km/h



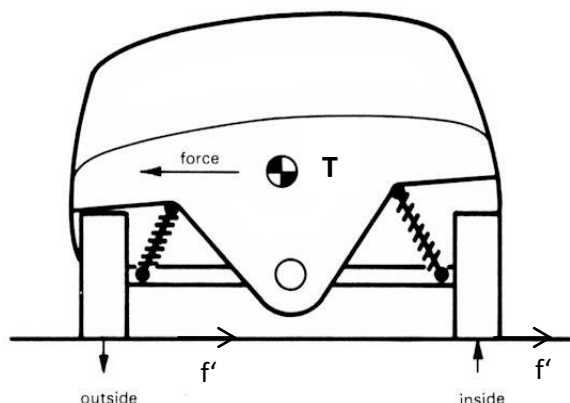
Obrázek 11: Nastavitelný podvozek Hydractive 3 značky Citroën [27]

2.2.3. Hmotnost a těžiště:

Těžiště, jeho umístění a hmotnost vozidla hrají velkou roli v tom, jak vozidlo dokáže zatáčet, tak i v tom, jak je vůz v zatáčce stabilní. Hmotnost má tak velký význam zejména kvůli setrvačným silám. Pokud vozidlo odbočí ze svého směru, je to právě setrvačná síla, která se ho snaží vést v původní stopě. Platí, že čím těžší vozidlo, tím větší má setrvačnost a tím větší bude vozidlo klást odpor proti zatočení.

Co se týče polohy těžiště, tak platí, že čím výše, tím hůře. Vysoko položené těžiště působí větším klopným momentem a nutí vozidlo se v zatáčkách, zejména v kombinaci s měkčím podvozkem (např. u terénních vozů), značně naklánět a narušovat tím jak jeho stabilitu, tak i jízdní komfort. Umístění polohy těžiště v podélné ose vozu má pak vliv na přetáčivý nebo nedotáčivý charakter řízení. Vliv na podélné umístění má především umístění motoru a převodového ústrojí.

Na Obrázku 12 je vidět, jak v těžišti „T“ působí odstředivá síla „force“ směrem od středu poloměru zatáčky a vyvozuje společně s třecími silami v kontaktních plochách pneumatik „f“ klopný moment, který nutí vozidlo k náklonu. Vnitřní strana „inside“ kol je pak odlehčena a vnější strana „outside“ naopak.



Obrázek 12: Náklon vozidla při průjezdu zatáčkou [28]

2.2.4. Pneumatiky:

Přenášení sil potřebných k řízení, brzdění a zrychlování mezi vozidlem a povrchem vozovky zprostředkují pneumatiky. Pneumatiky jsou nejaktivnějším bezpečnostním prvkem vozidla. Jejich kontaktní plocha není větší, než lidská dlaň a přesto musí udržet vozidlo na vozovce a starat se o to, aby řidič měl stále kontrolu nad vozem.

Bezpečnostní role pneumatik se zvyšuje obzvláště za náročných a rychle se měnících povětrnostních podmínek a stavu vozovky (mokro, sníh, námraza). Na mokré vozovce se značně zvyšuje riziko tzv. aquaplaningu, což je jev, ke kterému dochází, pokud vozidlo najede vysokou rychlostí do místa, kde je vyšší hladina vody (louže, vyjeté koleje atd.) a voda nestačí být odváděna dezénem pneumatik pryč. Dojde k nahromadění vody před pneumatikou, kde vytvoří vodní klín, odtud se pak voda může snadno dostat mezi povrch vozovky a styčnou plochu pneumatiky. V podstatě pneumatika úplně ztratí kontakt s vozovkou a vůz se pak nekontrolovatelně klouže.

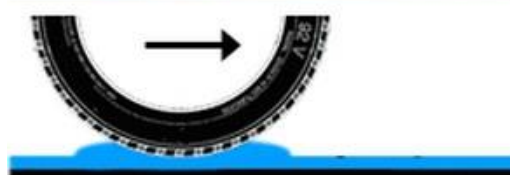
nejprve se voda nahromadí před pneumatikou a vzniká tak vodní klín



dezén nestačí odvádět vodu před pneumatikou a voda se dostává mezi pneumatiku a povrch vozovky



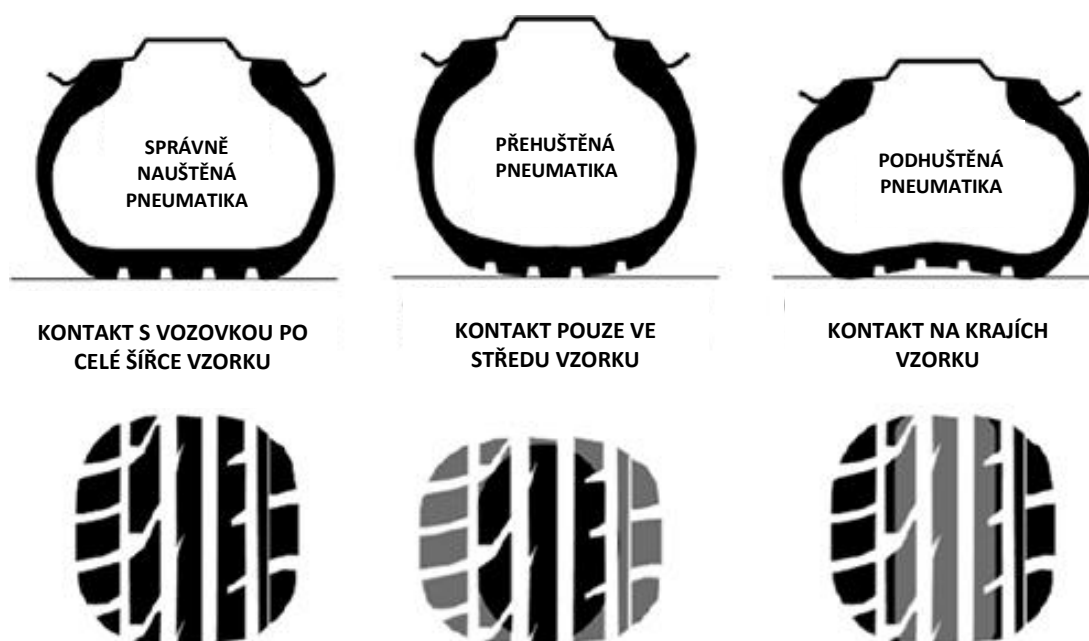
dochází k úplné ztrátě přilnavosti pneumatiky vlivem vrstvy vody mezi kontaktní plochou pneumatiky a vozovkou



Obrázek 13: vznik aquaplaningu [29]

Dostatečně velká valivá plocha a správný tlak vzduchu v pneumatikách mají s ohledem na funkčnost pneumatik zásadní význam. Tím, že se pneumatiky opotřebovávají, se snižuje přilnavost za mokra a zvyšuje se riziko aquaplaningu a ztráty trakce. Nedostatečný tlak vzduchu v pneumatikách vede k tomu, že se vozidlo stává v extrémních situacích výrazně hůře ovladatelné. Řízení kupříkladu táhne k jedné straně a pneumatika se může poškodit.

Proměnlivé severské podmínky kladou na pneumatiky rozličné nároky. Pneumatika nesmí ani za nejhoršího počasí ztratit přilnavost k vozovce. V silničním provozu v zimě se hodnota valivého tření mění z 0,1 na mokrém ledu na hodnotu téměř 1, což odpovídá hodnotě valivého tření na suchém asfaltu. Vedle absolutní přilnavosti záleží na správném poměru podélné a příčné přilnavosti, neboť ten zaručuje i za hustého sněžení nebo při vodnaté břečce na vozovce dobrou předvídatelnost a pocit jistoty při řízení. [16]



Obrázek 14: Tlak v pneumatikách [30]

Na Obrázku 14 je vidět, že nesprávné nahuštění pneumatik je nevýhodné nejen z hlediska bezpečnostního, ale také ekonomického, protože se pak větší síla rozkládá na menší ploše pneumatiky, a tím také urychluje její opotřebení. Na obrázku je kontaktní plocha znázorněna černou barvou, odlehčená plocha je šedá.

2.3. KOMFORT:



Obrázek 15: Rolls Royce Ghost [31]

Pouze pohodlná a uvolněná jízda umožňuje maximální koncentraci při řízení. Na jízdní komfort má vliv spousta technických i netechnických faktorů. Mezi takové faktory patří například ergonomie ovládacích prvků, tvar sedadel, nastavení podvozku, pneumatiky, odhlučnění interiéru, klimatizace a v neposlední řadě také spolucestující.

Dlouhodobé řízení vozidla mívá za následek nepohodlí a bolesti zad, na což si řidiči často stěžují. Ve Velké Británii se používá termín "zranění z opakované jízdy" (RDI - Repetitive Driving Injury). To v sobě zahrnuje křeče nohou, bolesti bederní páteře, ztuhlý krk a ramena a bolest ze špatného držení těla, stresu, napětí a dlouhého setrvávání v jedné poloze nebo střídání poloh až po delší době. RDI je forma poruchy pohybového aparátu v souvislosti s prací. Řidiči mají tendenci cítit bolest častěji, neboť při řízení je velice obtížné měnit pozici těla. Nicméně, podobné účinky mohou pociťovat také cestující, sedí-li ve vozidle delší dobu beze změny polohy nebo bez možnosti dostat se ve zhruba dvouhodinových intervalech ven z vozidla a protáhnout se.

Častou příčinou bolestí je špatné držení těla - ať už je to dáno osobním návykem, nebo nesprávně seřízeným/zkonstruovaným sedadlem. Nízkofrekvenční vibrace, přenášené z podvozku do těla, mohou mít nežádoucí účinky na spodní část zad a tvar sedadla ve vozidle může vyvíjet tlak na vybrané části nohou, zad a hýždí. Tento kontakt může vést k bolesti nebo nepříjemným pocitům v bodech dotyku a ty mohou mít vliv na průtok krve do nohou a chodidel.

Interiér vozidla musí být seřiditelný tak, aby řidiči různých tělesných výšek a konstitucí mohli dosáhnout na pedály a ovladače, měli dostatek prostoru, seděli dostatečně vysoko, aby viděli ven na přední a boční okna a zrcátka, aby dosáhli na volant bez natahování paží.

Řidič by měl mít dostatek prostoru (25 - 30 cm) mezi volantem a hrudníkem (prsí kostí), aby mu bezpečnostní pás nebo airbag mohl poskytnout maximální bezpečnost a ochranu v případě nehody. Sloupek volantu by neměl bránit pohybu nohou nebo dotyku kolenou při nastupování a vystupování z vozidla nebo při řízení a ovládání pedálů.

Bolesti a pocit nepohodlí značně přispívají k únavě řidiče. Další faktor přispívající k poklesu koncentrace je hluk. Primární redukce hluku je zajištěna montáží tichých motorů a výfukových systémů a tvarem karoserie s co možná nejmenším koeficientem odporu vzduchu. Sekundární tlumení se docílí pomocí nejrůznějších izolací a použitím vhodných materiálů.

Neopomenutelným vlivem na pozornost řidiče je také klima v kabině vozu. Příjemného klimatu má za úkol dosáhnout výkonný a účinný vytápěcí a větrací systém s možností uzavření větrání při zhuštěném provozu nebo při nepříznivých situacích.

[5]



Obrázek 16: Ilustrace klimatizace (Felicia)

2.4. ELEKTRONICKÉ ASISTENTY ŘÍZENÍ:

Jedná se o velmi rozsáhlou a neustále se rozvíjející disciplínu. Zatím jen v oboru aktivní bezpečnosti osobního automobilu, ale vývoj jednoznačně směřuje k tomu, že k řízení automobilu jednoho dne už nebude zapotřebí člověk. Elektronické systémy pomáhají předcházet a bezpečně zvládat krizové situace, které mohou vzniknout při každodenním provozu především ve městě, nebo za špatného počasí. Ve své podstatě se tyto systémy mohou dělit do dvou hlavních skupin.

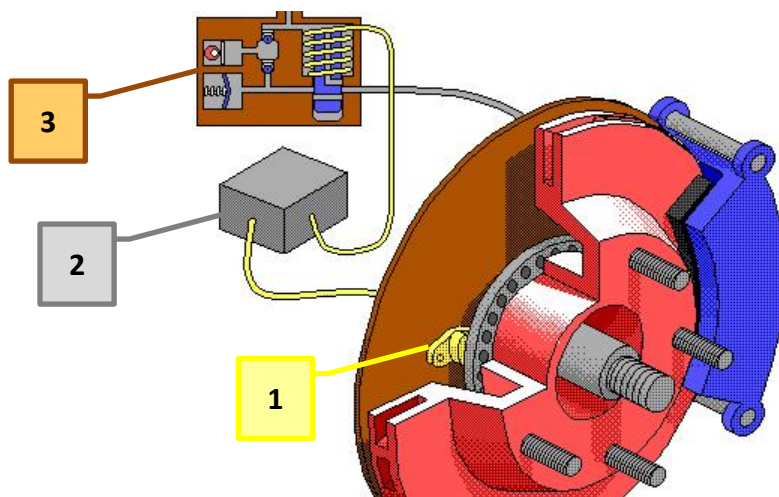
- Systémy pro bezpečnou jízdu (např.: ABS, ASR, ESP, ...)
- Systémy podporující řidiče (např.: ACC, ACS, LDW, ...)

Označení následujících systémů se může lišit v závislosti na automobilce, v podstatě ale pracují na stejném principu a liší se jen názvy.

2.4.1. ABS (Anti-lock Braking System):

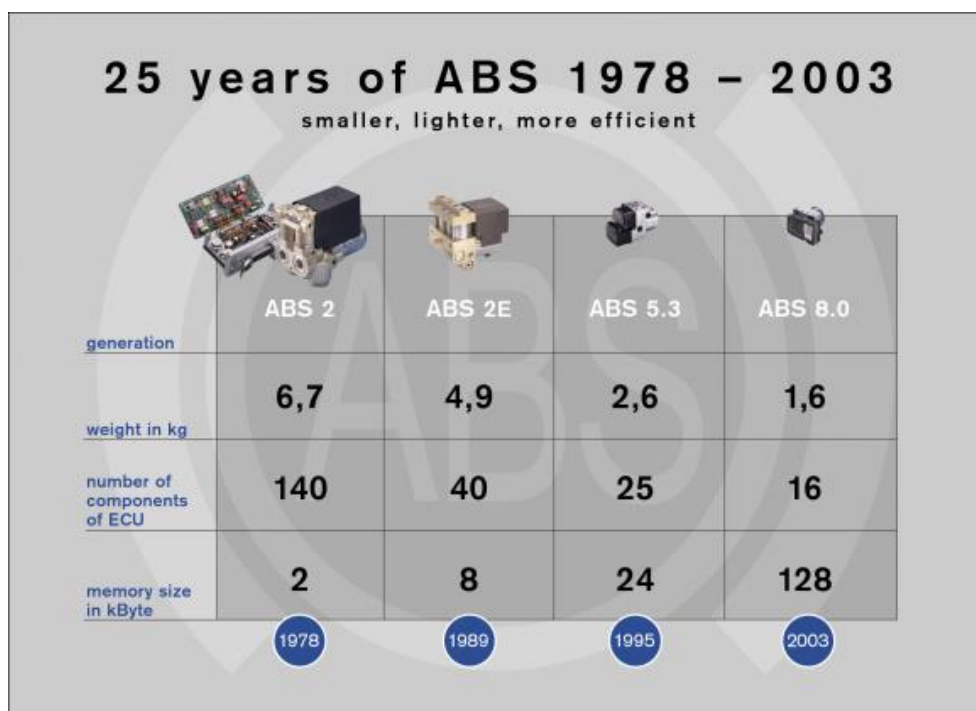
Protiblokovací systém je jedním ze základních asistentů napomáhajících zachování ovladatelnosti vozidla zejména při prudkém brždění. Svou funkcí zajišťuje, aby se při brždění kola stále odvalovala a nezablokovala se, čímž by ztratila adhezi. Odvalující se kolo totiž umožňuje zachování stability, ovladatelnosti a říditelnosti vozidla i v mezních situacích.

Každé kolo má vlastní snímač otáček, který dává řídicí jednotce informace o rychlosti otáčení jednotlivých kol. Pokud řídicí jednotka dostane signál, že je kolo blokováno, krátkodobě sníží tlak v brzdovém systému a tím uvede kolo znovu do pohybu. Systém ABS může uvolnit kolo 12–16× za sekundu.



Obrázek 17: Základní části systému ABS [1]

Na Obrázku 17 jsou znázorněny základní komponenty ABS. Indukční snímač otáček (1) posílá řídicí jednotce (2) informaci o otáčení kola. Řídicí jednotka pohyb vyhodnocuje a pomocí regulačního ventilu (3) upravuje tlak v brzdovém systému tak, aby bylo zachováno stálé valení.



Obrázek 18: Vývoj ABS postupem let [1]

Zajímavostí je, že na suché vozovce má vozidlo bez ABS brzdovou dráhu kratší. Stále ale u vozidla s ABS zůstává ta výhoda, že se kola nezablokují a vůz tedy stále dobře reaguje na pokyny řidiče při točení volantem.

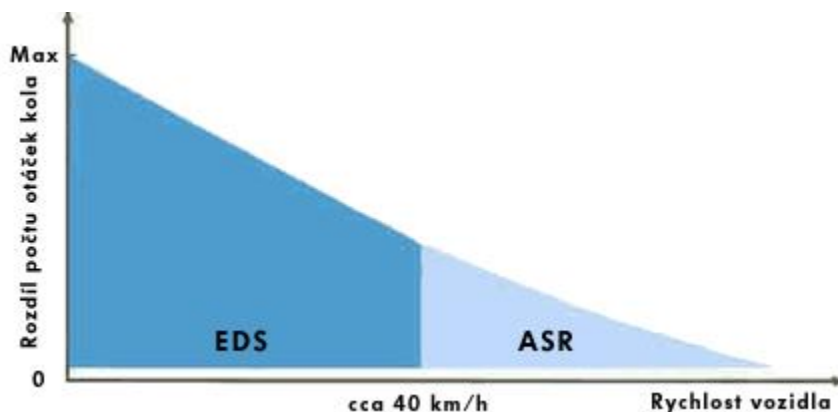
[1]

2.4.2. ASR (AntriebsSchlupfRegelung):

neboli systém regulace prokluzu kol napomáhá přenášet sílu motoru na vozovku. Systém tedy umožňuje plynulejší rozjezd a zlepšuje jízdní stabilitu na kluzkém povrchu. Systém zamezuje protáčení kol úmyslným snížením výkonu motoru. ASR spolupracuje s řídicí jednotkou a systémem ABS a EDS (viz níže).

Snímače otáček kol má systém společně s ABS, ty neustále sledují otáčky kol hnané nápravy. Řídicí jednotka, která je také společná s ABS, porovnává tyto údaje s otáčkami kol nepoháněné nápravy. Pokud na základě signálů ze snímačů otáček řídicí jednotka vyhodnotí, že dochází k prokluzu hnacích kol (kola), je řídicí jednotkou vydán pokyn, aby toto kolo bylo přibrzděno. V případě vyšší rychlosti je řídicí jednotkou motoru vydán příkaz ke snížení točivého momentu motoru vynuceným ubráním plynu. Následkem tohoto zásahu se kola přestanou protáčet.

ASR lze vypnout např. při jízdě se sněhovými řetězy, kdy je prokluz nevyhnutelný.



Obrázek 19: Funkce ASR [1]

Při nižších rychlostech je rozdíl otáček kol vyrovnáván pomocí ASR společně se systémem EDS, který cíleně přibrzdí dané kolo. Od rychlostí převyšujících 40km/h už je prokluz regulován převážně systémem ASR pomocí redukce točivého momentu motoru. Rozdíly rychlostí mezi nápravami vyrovnává výlučně systém ASR.

[1]

2.4.3. EDS (Elektronische DifferenzialSperr):

Jedná se o systém elektronicky řízené uzávěrky diferenciálu. EDS pomáhá k udržení adheze při rozjíždění (do 40km/h) zejména na kluzké vozovce. Systém přibrzdí protáčející se kolo tak, aby byl pomocí diferenciálu výkon přenášen na kolo druhé, které má lepší adhezní podmínky. EDS opět spolupracuje se snímači a řídicí jednotkou ABS.

Předností EDS je nejvíce využito v zimním období, např. při rozjezdech s jedním kolem na zasněžené krajnici nebo při jízdě do stoupání s jednostranně kluzkou vozovkou.

[1]

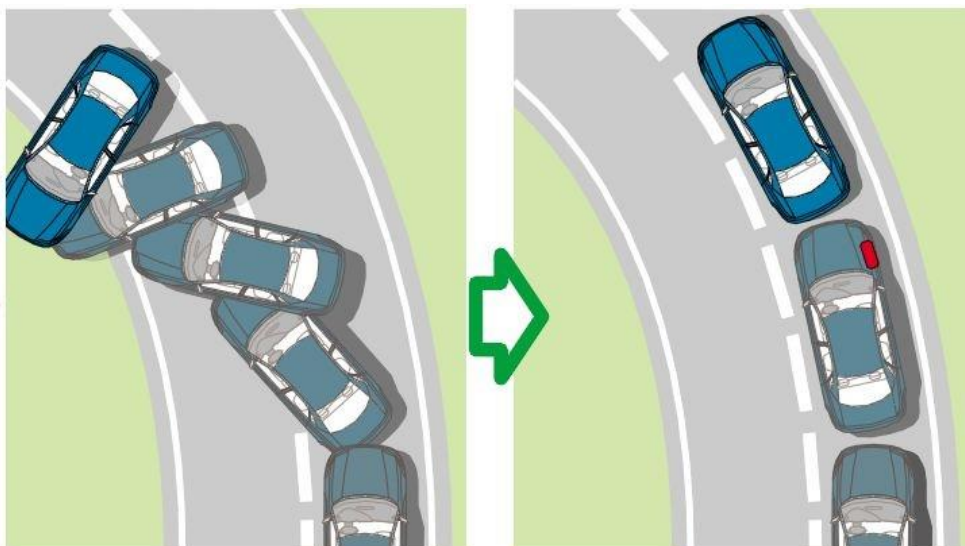
2.4.4. ESP (Electronic Stability Programme)

Systém ESP pomáhá řidiči předcházet smyku, případně jej vyrovnat. Pokud ESP vyhodnotí jízdní stav vozidla jako nestabilní, tak se aktivuje a cílenými zásahy do brzdění, řízení motoru a převodovky se snaží vozidlo stabilizovat. ESP úzce spolupracuje se systémy ABS a ASR. Systém vyhodnocuje jízdní stabilitu vozidla až 30x častěji než řidič a je připraven okamžitě zasáhnout v kritických situacích.

Aby mohl být systém účinný, potřebuje znát odpovědi na otázky, kam vozidlo míří a kam vozidlo skutečně jede? K získání odpovědí na tyto otázky využívá celou řadu snímačů. Mezi ně patří snímač:

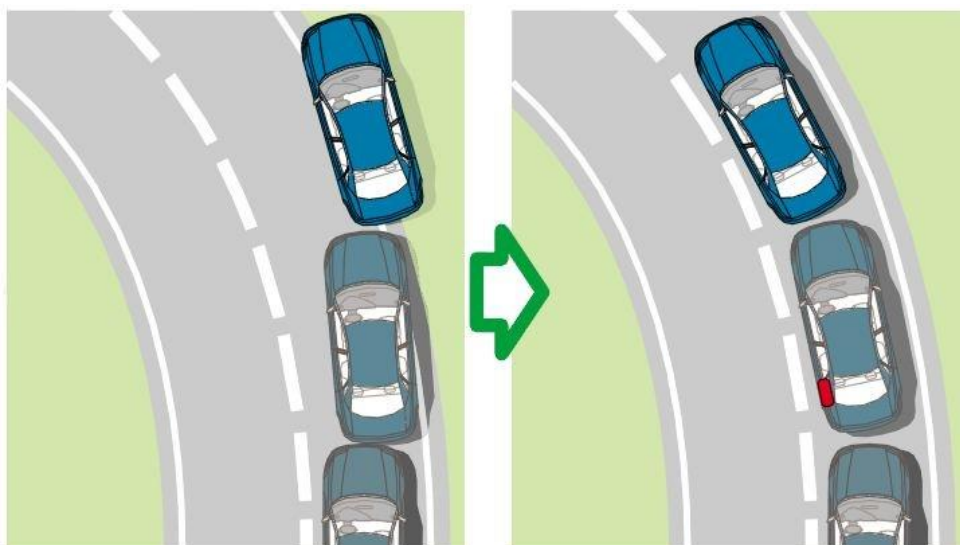
- natočení volantu
- polohy plynového pedálu
- tlaku brzdové kapaliny
- otáček kol
- podélného a příčného zrychlení
- rotační rychlosti

Informaci o tom, kam vozidlo řidič směřuje, získá systém pomocí snímače úhlu natočení volantu, tlaku v hlavním brzdovém válci a snímač polohy plynového pedálu. Odpověď na druhou otázku, kam vozidlo skutečně jede, pomáhají zjistit měřič příčného a podélného zrychlení společně se snímači rotační rychlosti podle svislé osy vozu a snímače otáčení kol. Na základě těchto hodnot řídicí jednotka může porovnat požadovanou dráhu vozidla se skutečnou, a pokud se hodnoty liší, vyhodnotí situaci jako kritickou a zasáhne.



Obrázek 20: přetáčivý smyk bez ESP (vlevo) a se zásahem ESP (vpravo) - přibrzděné kolo znázorněno červeně [1]

Přetáčivý stav je hůře zvládnutelný než stav nedotáčivý. Při přetáčivém průjezdu zatáčkou systém ESP nejdříve přibrzdí kolo na vnější straně zatáčky. Pokud ani tento zásah nestačí, nařídí řídicí jednotka krátkodobé přidání plynu. K tomuto stavu dochází velmi zřídka.

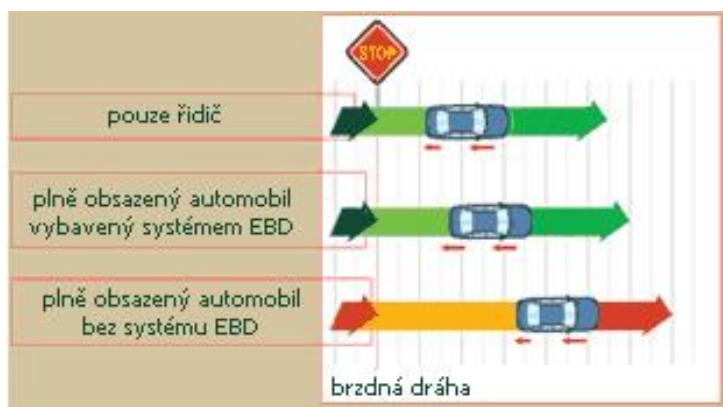


Obrázek 21: nedotáčivý smyk bez ESP (vlevo) a se zásahem ESP (vpravo) - přibrzděné kolo znázorněno červeně [1]

Nedotáčivost je smyk přední nápravy a projevuje se neochotou vozidla zatočit. V závislosti na situaci sníží systém ESP točivý moment motoru a potlačí řadící procesy u automatických převodovek. Následně systém cílenými brzdnými zásahy na jednoho nebo více kol vytvoří opačný otáčivý moment než, který dostal vozidlo do smyku. Při nedotáčivém smyku dojde nejdříve ke snížení tahu motoru a následně systém přibrzdí zadní kolo na vnitřní straně zatáčky. Starší systémy používaly pro stabilizační zásah vnitřní zadní kolo. Současné systémy ESC využívají pro stabilizační zásah obě vnitřní kola. [1]

2.4.5. EBV (EBD):

Jak v případě EBV, tak v případě EBD se jedná o elektronické rozdělování brzdné síly. Systém EBV provádí úpravy brzdného tlaku mezi přední a zadní nápravou s ohledem na zatíženost vozidla. Snahou je zajistit maximální brzdný účinek zadní nápravy tak, aby nedocházelo ke zbytečnému zatěžování předních brzd a tím jejich zahřívání a zeslabení jejich účinku, zároveň nesmí být brzdná síla zadních kol natolik silná, aby překonala adhezi pneumatik. Systém EBD je navíc obohacený o možnost rozdělovat brzdný účinek mezi jednotlivá kola. [1]



Obrázek 22: Brzdná dráha a systém EBD

2.4.6. BAS (Brake Asistant System):

Systém BAS neboli asistent brzdění monitoruje rychlost a intenzitu sešlápnutí brzdového. Podle těchto veličin je systém schopen vyhodnotit kritickou situaci a případně zvýšit tlak v brzdě soustavě. Tím se dosáhne větší brzdě síly při stejném tlaku nohy na pedál. Zároveň se zkrátí brzdě dráha až o 20%.

Systémy BAS fungují na třech principech:

- elektrický
- mechanický
- hydraulický

Funkce všech tří systémů je stejná, liší se pouze ve způsobu snímání potřebných veličin. Pod brzdovým pedálem je umístěn snímač, který snímá rychlost a sílu stlačení pedálu. Při dosažení mezní hodnoty dojde k aktivaci brzdového asistenta, který urychlí náběh brzd tím, že zvýší tlak v hydraulickém systému brzd. [1]

2.4.7. MSR (MotorSchleppmomentRegelung):

MSR je systém regulace krouticího momentu motoru. Úzce spolupracuje se systémy ABS a ASR. Při náhlém ubrání plynu a hrozbě smyku následkem přílišného brzdícího účinku motoru systém MSR mírně přidá plyn, tím sníží brzdě moment od motoru. Tento systém je využíván zejména u moderních dieselových motorů, jejichž vysoký točivý moment je schopen při brzdě motorem, zejména na povrchu se sníženou adhezí, zablokovat hnaná kola a tím zapříčinit vznik smyku.

Systém MSR rozezná tendenci k zablokování kol (smyk) a automaticky zvýší otáčky motoru tak, aby se kola neustále otáčela. [1]

2.4.8. ACC (Adaptive Cruise Control):

ACC neboli adaptivní tempomat je vylepšenou verzí klasického tempomatu. Systém zvládá upravovat rychlost vozidla v závislosti na překážkách nacházejících se před ním tak, aby byla dodržena nastavená vzdálenost. K tomu, aby systém mohl vyhodnotit rychlost blížícího se objektu, potřebuje radar. Používané radary jsou:

- mikrovlnný
- laserový

Na základě údajů z radaru je systém schopen automaticky snížit rychlost bez jakéhokoliv zásahu od řidiče. Když pak pomalejší automobil opět zvýší svoji rychlost nebo odbočí, adaptivní tempomat znovu zrychlí vůz na původně nastavenou rychlost. Pokud systém vyhodnotí, že se překážka přibližuje příliš rychle a může dojít ke střetu vozidel, systém upozorní řidiče, připraví brzdy na prudké brzdě, přitáhne hlavové opěrky a sám začne snižovat rychlost.

I při zapnutém adaptivním tempomatu za sledování rychlosti a překážek odpovídá řidič. Systém nereaguje na stojící překážky ani na protijedoucí vozidla. Adaptivní

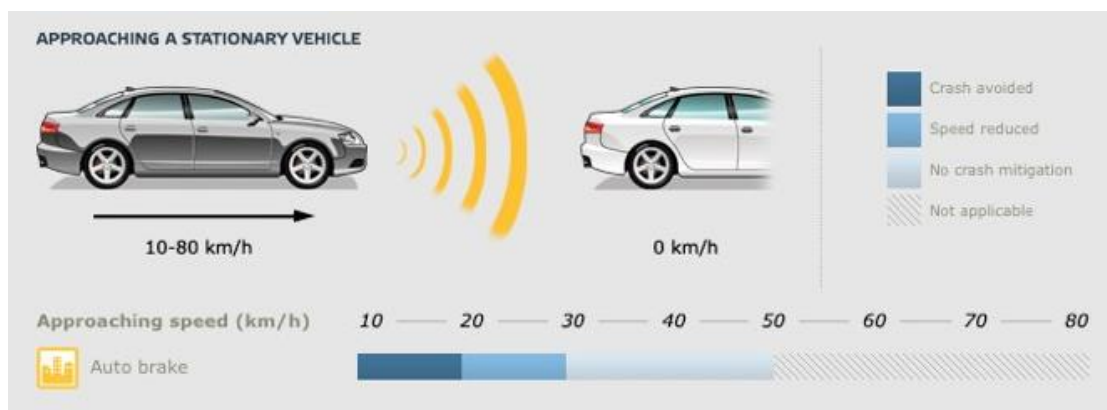
tempomat nelze používat při špatném počasí (déšť, sníh atd.), na úsecích s mnoha zatáčkami a na kluzkých silnicích pokrytých sněhem a ledem. Nutno podotknout, že systém nemusí bezpečně rozpoznat např. motocykly nebo jiná malá vozidla a ani vozidla jedoucí méně než 20 km/hod. [1]

2.4.9. ACS (Active City Stop):

Systém ACS je asistent jízdy v kolonách vyvinutý automobilkou Ford. Jeho úkolem je prevence nárazu při nízké rychlosti. Slouží k zastavení vozu v případě, že vpředu jedoucí vozidlo náhle zastaví, aniž by si toho řidič vozidla vybaveného ACS všiml.

Active City Stop funguje na principu infračerveného laseru, který sleduje překážky před vozidlem až 100x za vteřinu. Systém ACS je aktivní pouze do rychlosti 30 km/h.

Je-li relativní rozdíl rychlostí obou vozidel menší než 20 km/h, dokáže systém případné nehodě zcela zabránit. Pohybuje-li se rozdíl v rozmezí 20 až 30 km/h, je cílem systému maximálně snížit rychlost před nárazem a zmírnit tak jeho následky. Pro relativní rychlosti přesahující 30km/h už systém nemá de facto vliv, což je vidět na následujícím Obrázku 23. [1]



Obrázek 23: Ford ACS, relativní rychlost a) 10-20 – zabránění nehody, b) 20-30 – snížení rychlosti kolize, c) 30-50 – nedochází ke zmírnění nehody, d) 50 a více – nelze použít, [1]

2.4.10. LDW (Lane Departure Assistant):

V češtině by se tento systém dal pojmenovat jako Hlídač neúmyslného opuštění jízdního pruhu. Na předku vozu je umístěna kamera, která neustále monitoruje prostor před vozidlem a vyhodnocuje polohu vodorovného značení silnice a vozidla. Pokud systém vyhodnotí situaci jako neúmyslné vybočení, dá o tom vědět vibracemi do volantu. Pokud však řidič použije ukazatel směru, nebo situace před vozidlem naznačuje, že jde o úmyslný manévr, jsou vibrace potlačeny. Systém je aktivní až od 65km/h, aby nerozptyloval řidiče při běžných městských manévrech. [1]

2.4.11. Park Assist:

Jde o poloautomatického parkovacího asistenta od automobilky Volkswagen, kdy se řidič stará jen o plynový a brzdový pedál. Systém usnadňuje řidiči podélné parkování, ale již se vyvíjí i systém usnadňující parkování kolmo k chodníku.

Při pomalé jízdě kolem řady stojících vozidel stačí řidiči stisknout tlačítko a parkovací asistent sám začne vyhodnocovat velikost potenciálních parkovacích míst. K tomu slouží ultrazvukové senzory. Řidič celý parkovací manévr společně s pokyny parkovacího asistenta sleduje na přístrojové desce. Displej zobrazuje aktuální polohu Vašeho vozidla a prostor pro zaparkování. Následně systém vyzve řidiče k zařazení zpátečky. Pak řidič uvolní volant, jehož ovládání převezme řídicí elektronika, a pomocí plynu koriguje rychlost couvání. Pevné sevření volantu by vyřadilo činnost parkovacího asistenta. Jako poslední bod systém vyzve k zařazení jedničky, aby srovnal polohu vozidla (opět automaticky).

Systém využívá principu sonaru. Na základě analýzy odrazených vln řídicí jednotka vyhodnocuje skutečnou vzdálenost nejbližší překážky. Vzdálenost od překážky počítá řídicí jednotka z informací nejméně dvou senzorů pomocí triangulace. [1]

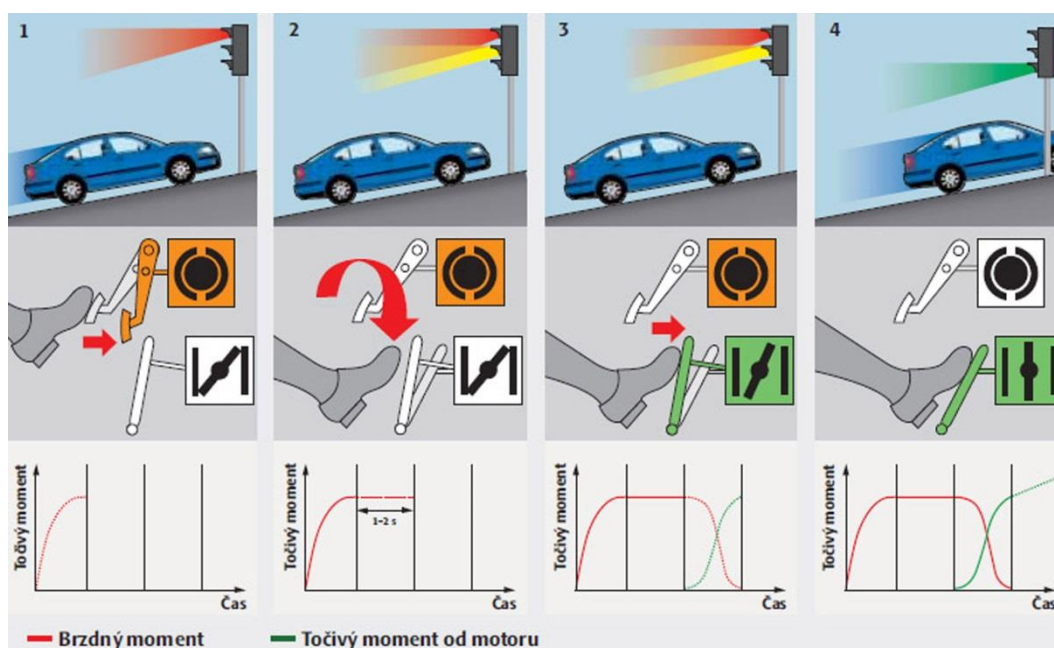


Obrázek 24: Park Assist [1]

2.4.12. HSA (Hill Start Assistant):

Asistent HSA zabraňuje neúmyslnému couvnutí při rozjíždění do svahu. Systém jednoduše funguje tak, že drží určitý tlak v brzdovém oběhu ještě 2,5 vteřiny po uvolnění brzdového pedálu. [1]

Průběh brzdného a hnacího momentu při rozjezdu je znázorněn na obrázku 25.



Obrázek 25: Průběh působení momentů na kola [1]

2.4.13. BLIS (Blind Spot Information System):

BLIS je systém, který varuje před objekty nacházející se v mrtvém úhlu řidiče. Poprvé byl tento systém představen automobilkou Ford v roce 2011.

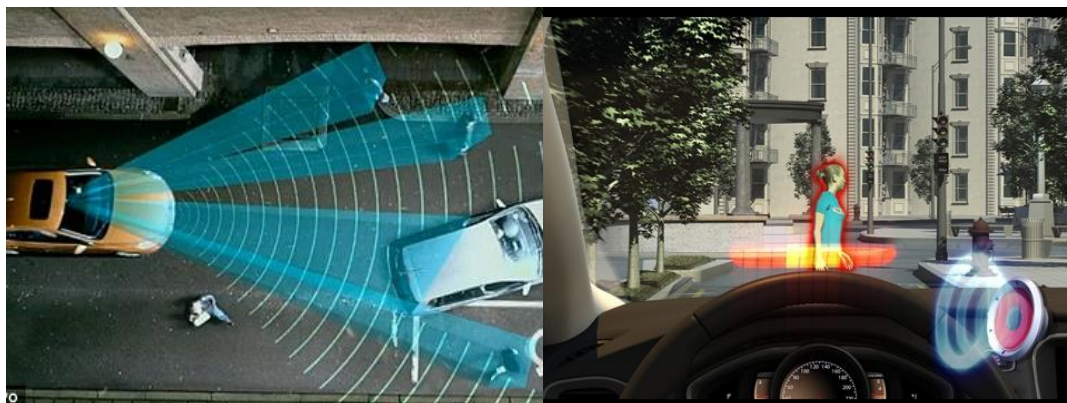
Oblasti mrtvých úhlů pokrývají dva radarové senzory umístěné v rozích zadního nárazníku. Systém BLIS je aktivní při rychlostech nad 10 km/h a sledovány jsou všechny typy vozidel. Pokud se řidič chystá odbočit nebo změnit jízdní pruh v okamžiku, kdy je v mrtvém úhlu jiné vozidlo, systém BLIS rozsvítí varovnou kontrolku umístěnou ve zpětném zrcátku. [1]

2.4.14. Volvo Pedestrian Detection:

Systém rozpoznávání chodců (Pedestrian Detection) představila automobilka Volvo v roce 2010 u modelu S60. Zařízení je schopné detekovat chodce, který náhle vstoupil do vozovky, okamžitě varovat řidiče a v případě, že nereaguje, samočinně aktivovat brzdy až do úplného zastavení.

Hlavní částí systému je radarové monitorovací zařízení, které dokáže rozpoznat hrozící střet a řidiče včas varovat. Radar umístěný za předním sklem monitoruje situaci před vozidlem. Systém dokonce umí rozpoznat, o jaký typ objektu se jedná (chodec, automobil, překážka,...). Pokud systém vyhodnotí nebezpečí střetu, nejprve řidiče varuje akustickým varovným signálem kombinovaným s blikajícím světlem v průhledovém head-up displeji a současně připraví brzdy na plné brzdění. Pokud řidič stále nereaguje a kolize se stává nevyhnutelnou, Volvo Pedestrian Protection automaticky aktivuje brzdy a zastaví vozidlo.

Volvo Pedestrian Detection je účinný i ve vyšších rychlostech, kdy přinejmenším zpomalí vozidlo a sníží tak následky kolize. Podle automobilky dojde při rychlosti jízdy 50 km/h ke snížení rychlosti střetu na 25 km/h, kdy se riziko smrtelného zranění chodce snižuje nejméně o 20 % a v některých případech dokonce až o 85 %. Vždy však záleží na konkrétní situaci. [1]



Obrázek 26: Volvo Pedestrian Detection [1]

3. PASIVNÍ BEZPEČNOST:

Navzdory neustále se zvyšující hustotě silničního provozu se díky trvalému vývoji automobilové techniky dosahuje značného snižování usmrcených, nebo těžce zraněných osob následkem automobilové nehody. Mimo zdokonalení systémů aktivní bezpečnosti má na tom také svůj podíl především zvýšení pasivní bezpečnosti automobilů, tedy prvků, které mají za úkol zmírnit následky na zdraví osob po nehodě. Již při návrhu konstrukce karoserie se neustále testuje pomocí crash-testů její deformační chování při nehodě. V neposlední řadě se ochrana osob zvýšila i vymoženostmi elektroniky a přídavných zádržných systémů. K těm kromě tří bodových bezpečnostních pásů patří i dnes velmi početné vybavení vozidla vzduchovými vaky – airbagy.



Obrázek 27: Čemu má za úkol předejít pasivní ochrana [32]

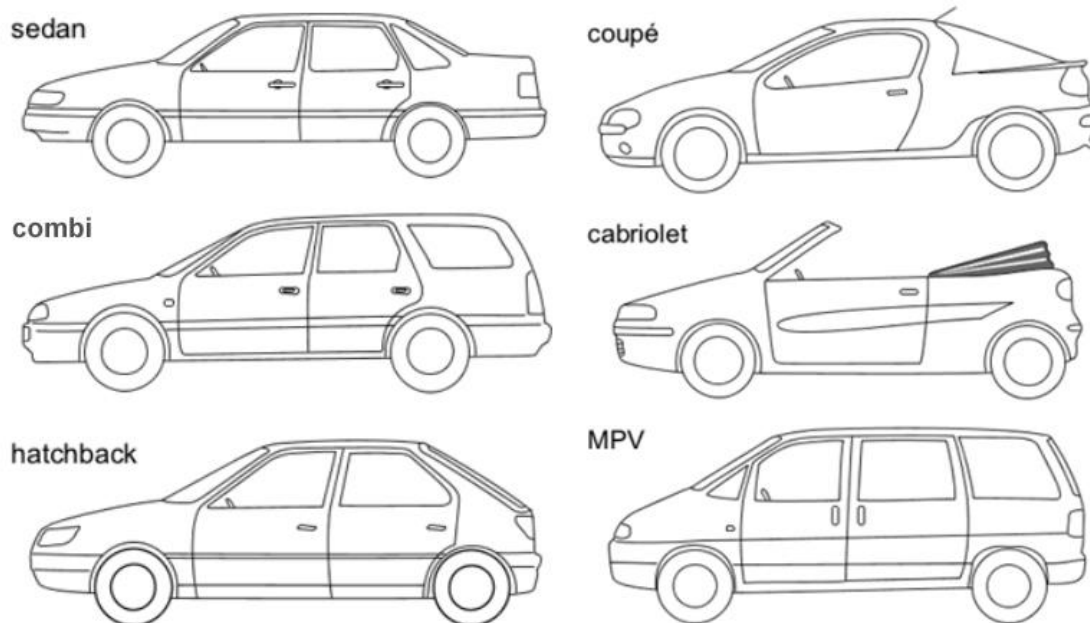
3.1. VNĚJŠÍ PRVKY PASIVNÍ BEZPEČNOSTI:

Vnější bezpečnost se orientuje na ochranu ostatních účastníků provozu, kdy se testuje především střet s chodcem. Důležitým aspektem vnější pasivní bezpečnosti je kompatibilita – tzn. vlastnosti nejen vlastního, nýbrž i vozidla druhého účastníka nehody.

3.1.1. Karoserie:

Tvar karoserie:

Karoserie je část vozidla, určená k přepravě osob a nákladu a k jejich ochraně před nepříznivými vnějšími vlivy. U osobních automobilů, až na některé terénní vozy, se dnes používá samonosná karoserie, která plně nahradila rámovou karoserií. Tvoří dostatečně tuhý, pružný prostorový celek, který nevyžaduje rám podvozku jako nosný prvek. Nápravy jsou upevněny na její spodek a motor s převodovkou je zavěšen přímo v karoserii. V těchto místech má vhodné zpevnění výztuhami. Motor je uložen na pružných blocích (tzv. silentblocích), které se používají k utlumení vzniklých vibrací a hluku přenášeného do karoserie.



Obrázek 28: nejčastější typy karosérií [33]

Důležitou úlohou je také dosažení dostatečného jízdního komfortu. To je zajištěno mimo jiné dostatečným tlumením vibrací a vnějšího i vnitřního hluku, tvarem a prodyšností sedadel, dosažitelností všech ovládacích prvků a celkového estetického ale také funkčního provedení interiéru. Stavba karosérie musí zajišťovat dostatečný výhled, směrovou a aerodynamickou stabilitu.

Za účelem zvýšení vnější pasivní bezpečnosti karosérie je potřeba upravit provedení obrysu vozidla tak, aby zranění ostatních účastníků bylo co nejmenší. Toho je

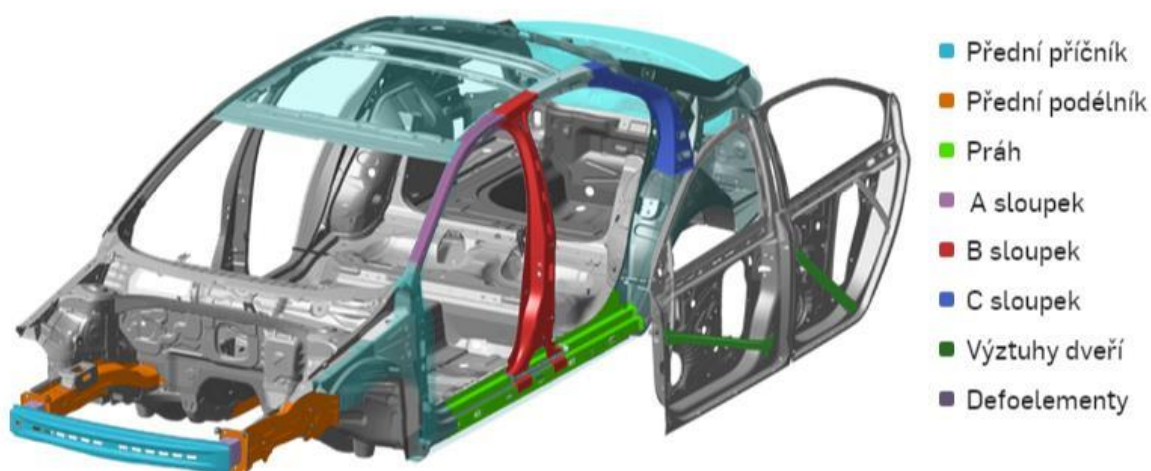
docíleno zaoblením vnějších hran, tvarem nárazníků, tvarem světlometů, deformačními vlastnostmi přídě, absorbéry nárazové energie, tvarem ramének stěračů, kryty kol, atd.

Hlavní části karoserie:

Karoserie automobilu je základním a nejdůležitějším prvkem ochrany posádky. Skládá se ze stovek dílů a je funkčně rozdělena na dvě části:

- a) Deformační část – neboli deformační zóny, mají za úkol se při nárazu deformovat a tím pohltit, nebo alespoň ztlumit energii nárazu (přední a zadní část auta).
- b) Prostor pro posádku – neboli kabina vozu se naopak deformovat nesmí a musí během nehody udržet prostor nutný pro přežití cestujících.

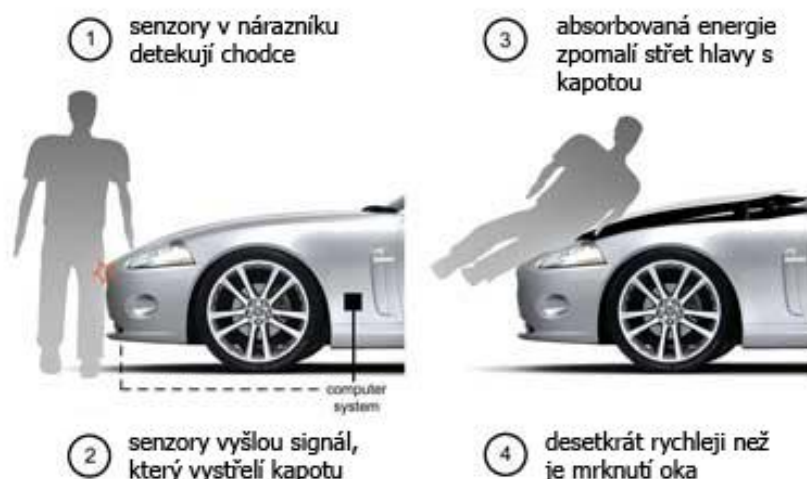
Klíčové části karoserie jsou důmyslně zkonstruovány z různých materiálů tak, aby v případě nehody co nejlépe chránily posádku.



Obrázek 29: Škoda Rapid - základní části karoserie [3]

3.1.2. PPDB:

Anglický pojem Pyrotechnic Pedestrian Deployable Bonnet nebo také Pop-Up Bonnet či Pop-Up Engine Hood označuje nový prvek v ochraně chodců. Volně přeloženo se jedná o pyrotechnicky polohovatelnou kapotu, snižující sílu nárazu chodce. Tento prvek pasivní ochrany vyvinul Citroën a značka Jaguar jej jako první představila ve svém modelu XK v roce 2006. Cílem polohovatelné kapoty je zmírnění následků při střetu automobilu s chodcem.



Obrázek 30: PPDP [1]

Aktivní kapota funguje na poměrně jednoduchém principu. Jakmile senzory umístěné v předním nárazníku vyhodnotí, že došlo ke srážce s chodcem, pyrotechnické rozbušky doslova vystřelí přední kapotu a ta se mírně nadzvedne. Tím vznikne pod kapotou větší prostor pro zpomalení těla chodce, jelikož se zvětší vzdálenost od tvrdých součástí, jako je např. motor apod. Zvednutá přední kapota funguje jako jakýsi polštář a tlumič nárazu pro chodce. K vystřelení dojde za pouhých 30 ms. [4]

3.1.3. PA:

Vývojem Pedestrian Airbag, neboli Airbag pro chodce se zabývá automobilka Volvo už od roku 2012. Vychází z toho, že i přestože tvar přídi vozů prodělal během uplynulých let značné proměny, aby snížil nebezpečí pro chodce v případě srážky, tak stále přetrvávala vážná zranění hlavy chodce při střetu s čelním sklem.

V podstatě se jedná o technologii PPDP doplněnou o dodatečné senzory a airbag, umístěný pod kapotou tak, aby při jeho nafouknutí se rozprostřel po čelním skle. Airbag se však nafoukne pouze za určitých podmínek.

První z těchto podmínek je, že vůz se musí pohybovat v určitém intervalu rychlostí běžných v městských centrech.

Další podmínkou je, že sada senzorů musí detekovat blízkost „nohou“ a poté se stejně jako u PPDP kapota pomocí pyrotechnické rozbušky nadzvedne. Vzniklou spárou se začne tlačit ven expandující airbag, tím kapotu ještě o něco více nadzvedne a rozprostře se po čelním skle a vytvoří polštář pro hlavu chodce. [1][2]



Obrázek 31: Volvo - pedestrian airbag [1]

3.2. VNITŘNÍ PRVKY PASIVNÍ BEZPEČNOSTI:

Vnitřní bezpečnost má za cíl zabránit nebo snížit nebezpečí zranění posádky vozidla. Zde rozhodují dvě kritéria: velikost prostoru pro přežití a přetížení lidského organismu v závislosti na době trvání přetížení. První z těchto kritérií znamená, že pasažérovi musí zůstat dostatečně velký prostor, do kterého se vejde celé tělo bez nebezpečí újmy na zdraví. Není-li tato podmínka splněna, nezbude žádná naděje na přežití nárazu, i kdyby se hodnota přetížení pohybovala podle měřítek biomechaniky v přijatelných mezích. Zároveň platí, že i když zůstane dostatečný prostor pro přežití, může (zejména při vysokých rychlostech) přetížení a doba, po kterou na organismus působí mít fatální následky.

3.2.1. Systémy pro upoutání:

Bezpečnostní pás je zařízení používané v dopravních prostředcích pro zvýšení bezpečnosti pasažérů a pro snížení následků případné nehody. Pomocí něho je pasažér připoután k sedadlu a pás tak pomáhá snižovat sílu sekundárních nárazů pasažéra s interiérem vozu, případně vymrštění ze sedačky. Dále pás pomáhá pasažéra držet v ideální poloze pro maximalizaci efektu airbagu. Společně s dětskou autosedačkou (resp. „dětským zádržným systémem“) patří mezi zádržné bezpečnostní systémy.

Jako pravděpodobně první přišel s myšlenkou bezpečnostního pásu už v 19. století vědec a vynálezce George Cayley (1773 – 1857), který se zabýval převážně letectvím a byl průkopníkem v konstrukci kluzáků a letadel těžších než vzduch.

V roce 1913 byl bezpečnostní pás poprvé použit v letectví, všeobecně se rozšířil ve 30. letech.



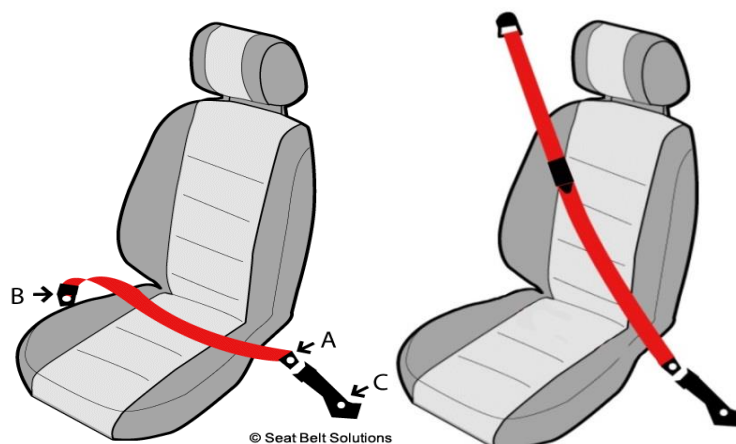
Obrázek 32: Sir George Cayley

Pásy se obvykle rozdělují na typy podle počtu bodů, jimiž je pasažér připoután (spojen s autem), na 2bodové až 7bodové, druhů pásů však existuje podstatně víc, můžeme je dále dělit na samonavíjecí, s automatickým napínačem dále snižujícím riziko poranění v případě nehody atd. [6] [11]

Dvoubodový pás:

Jedná se o nejjednodušší variantu bezpečnostního pásu. Jak název napovídá, pás je ukotven na dvou bodech. Tento druh pásů byl používán hlavně v padesátých letech v USA a to ve variantě břišní nebo diagonální. Brzy se ale od diagonálních pásů upustilo, jelikož kvůli nevhodné konstrukci při nehodě mělo tělo pasažéra tendenci „podklouznout“ pod pásem, případně se o něj zachytit krkem což vedlo k vážným následkům. V polovině sedmdesátých let se v amerických vozech používal na předních sedadlech systém Unibelt, kdy šlo o použití obou typů najednou.

V dnešní době je břišní dvoubodový pás k vidění např. na zadních sedadlech osobních automobilů, nebo v hromadné dopravě (především autobusech a letadlech).



Obrázek 33: Dvoubodový pás

Tříbodový pás:

Tříbodový pás má uspořádání ve tvaru Y, obdobné jako Unibelt, jen sjednocené do jednoho. Stejně jako u Unibelt rozděluje při kolizi energii těla, pohybujícího se směrem ze sedadla, mezi hrudník, pánev a ramena. Automobilka Volvo představila systém tříbodového pásu v roce 1959 v modelu PV544. První vůz, do kterého byl tento systém montován, jako součást standardní výbavy, byl ale až model 122.



Obrázek 34: Volvo 122

Vývojem tohoto poutacího systému se zabýval švédský inženýr Nils Bohlin, který předtím pracoval na vývoji katapultáčnických zařízení do letadel Saab.

Automobilka Volvo ho poté zaměstnala jako svého bezpečnostního inženýra. Zanedlouho přišel s geniálním, byť jednoduchým nápadem propojení břišního a diagonálního pásu.

Systém si nechala automobilka v roce 1959 patentovat. Zajímavostí však je, že dovoluje používat tento systém kterékoliv automobilce, aniž by za to požadovala jakékoliv peníze.



Obrázek 35: Tříbodový pás

Belt-in-seat (BIS):

Jedná se o tříbodový systém zabudovaný v tělese samotného sedadla namísto klasického uchycení k B-sloupku. Poprvé se tento systém objevil ve vozidlech Range Rover Classic. Zprvu zpráva General Motors tvrdila, že tento systém funguje lépe pro pasažéry menších tělesných rozměrů, nicméně po testech se neukázal žádný prokazatelný rozdíl. V současnosti našel tento systém své uplatnění například u kabrioletů, tzv. „bezsloupkových“ karoserií, autobusů a kamionů. Nevýhodou ale je, že ke správnému fungování je potřeba elektronické propojení vozu se sedadlem.



Obrázek 36: systém BIS v Renault Vel Satis

Čtyř, pěti a šesti-bodový pás:

Pěti-bodový systém se typicky nachází v dětských autosedačkách a v závodních automobilech. Jedná se o dva ramenní (diagonální) pásy, které jsou spojeny s břišním pásem v jednom bodě, ke kterému je pak připojen ještě pás vedoucí mezi nohama. Šesti-bodový pás má mezi stehny vedeny pásy dva. Čtyřbodový systém je obdobný s rozdílem, že postrádá jakýkoliv pás vedoucí mezi nohama.

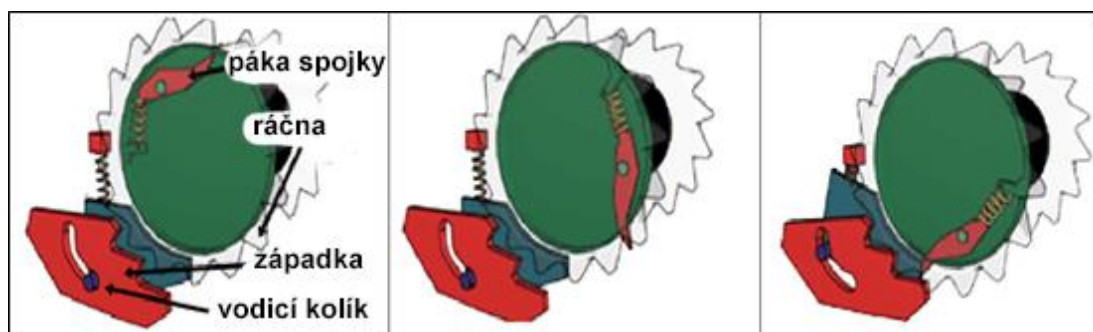


Obrázek 37: zleva čtyř, pěti a šesti-bodový bezpečnostní pás

Systém zasekávání pásů:

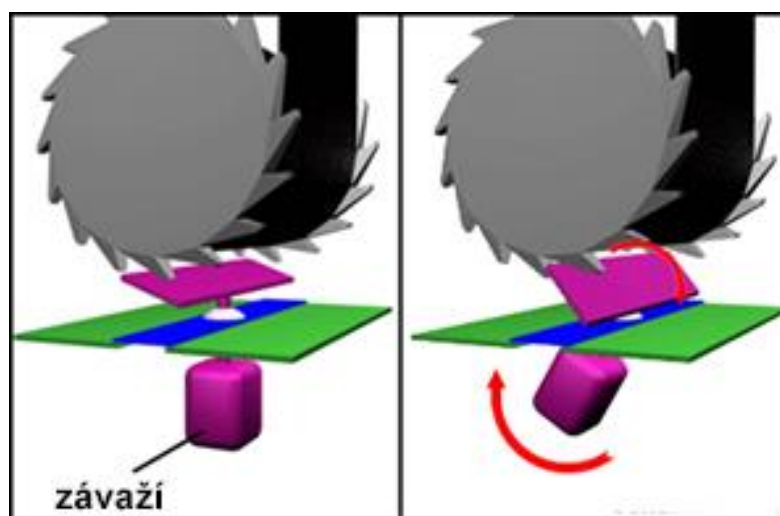
Účelem tohoto systému je poskytnout připoutanému pasažérovi pohodlný a nenarušený pohyb horní části těla uvnitř kabiny vozu, zatímco poskytuje omezení takového pohybu v případě nehody. Současné pásy jsou navíjeny na pružinový navíječ zvaný „navíječ“, vybavený setrvačným blokovacím mechanismem, který zastaví pás v odvíjení při prudkém zpomalení.

Existují dva základní typy těchto navíječů. Prvním z nich je citlivý na pohyb pásu. Jeho hlavní součástí je odstředivá spojka, která sepne při prudkém odvíjení pásu z navíječe. Pás tedy může být odvíjen jen pomalým a plynulým pohybem. Prudké škusnutí za pás, vyvolané například při prudkém brždění či kolizi, aktivuje odstředivou spojku, a tedy zablokuje pás, takže se nemůže pokračovat v odvíjení. [11]



38: Navíječ citlivý na pohyb pásu [11]

Další druh navíječe je citlivý na pohyb vozidla. Funguje na principu setrvačnosti závaží, které se vychýlí z neutrální polohy například při prudkém brždění či převrácení vozidla. Při absenci náhlého zpomalení nebo převrácení se může pás libovolně odvíjet, kdy mu klade odpor pouze pružina navijáku. Pasažér se pak může pohybovat relativně volně, a pás proti jeho tělu napíná jen pružina. Pokud se kyvadlové těleso vychýlí z neutrální polohy, aktivuje západku a ta zablokuje cívku navíječe, čímž se zabrání dalšímu odvíjení pásu. Je možná i kombinace obou zmíněných mechanismů. [11]

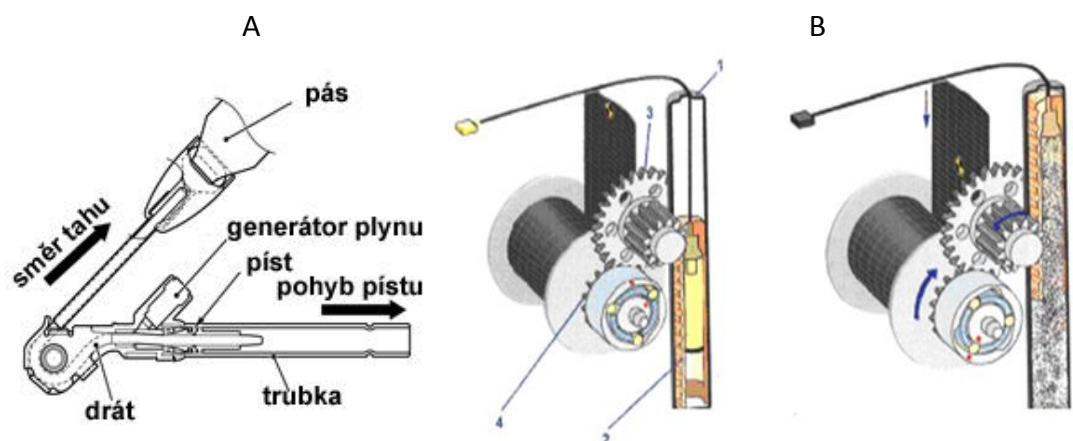


Obrázek 39: Nákres navíječe citlivého na pohyb vozu [11]

Předpínače bezpečnostních pásů:

Bezpečnostní pás musí při nehodě cestující nejdříve zachytit, a pak pevně přitáhnout. Kvůli oblečení a poddajnému systému navíjení pásů se tak nemusí stát pokaždé. Tento efekt se nazývá uvolněný bezpečnostní pás. K zabránění tohoto jevu se používají tzv. předpínače pásů. Existují mechanické a pyrotechnické. Mechanické předpínače se aktivují setrvačností nárazu při čelním, nebo téměř čelním střetu při rychlostech přesahujících 12km/h.

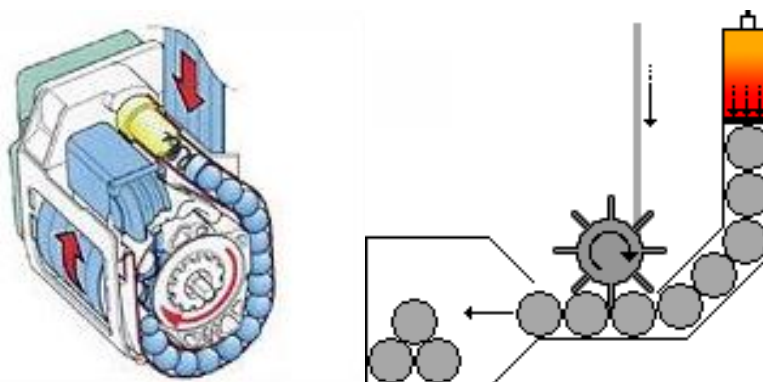
Pyrotechnické napínače bezpečnostních pásů kompenzují uvolněné bezpečnostní pásy tím, že při nárazu pás napnou. Jsou aktivované plynovým generátorem prostřednictvím řídicí jednotky airbagů. Přitom předpínač má nižší hranici jeho aktivace než přední airbagy, to znamená, že se aktivuje i při nehodě, která si ještě nevyžaduje zásah airbagů. Při uvolněném pásu pak předpínače bezpečnostní pás napnou tak, že přiléhá těsně k tělu a cestující zpomalují společně s vozidlem a klesá tak rázové zatížení organismu, které se rozloží na celou dobu procesu zachycení těla.



Obrázek 40: Příklady provedení pyrotechnických napínačů pásů (pístových) [34] [35]

Popis činnosti:

- A) Zapálením generátoru plynu se vytlačí píst, na který je přes silný drát připojen zámek bezpečnostního pásu a tím dojde k jeho utažení.
- B) Zapálením generátoru plynu se uvede do pohybu ozubený píst (fungující jako ozubený hřeben), který vyvolá otáčení ozubeného kola spojeného s napínačem pásu.



Obrázek 41: Pyrotechnický napínač kuličkový [1]

Popis činnosti:

Tento systém funguje na stejném principu jako pístový napínač varianty B zmíněný výše. Rozdíl je v tom, že místo ozubeného pístu jsou použity kuličky, které jsou tlačeny trubicí a dále otáčejí ozubeným kolem, které je spojeno s cívkou pásu a tím dojde k jeho napnutí.

V Česku (resp. tehdejším Československu) byla od roku 1967 zavedena povinnost používat bezpečnostní pásy na předních sedadlech aut vybavených povinně bezpečnostními pásy při jízdách mimo obec. Kuriozitou bylo, že vyhláška sice nařizovala povinnost vybavovat vozidla bezpečnostními pásy, ale automobily Moskvíč a Volha z ní výnosem Ministerstva dopravy dostaly zpětnou výjimku, neboť neměly kotevní úchyty pro pásy a ty tedy nebylo kam namontovat. Od roku 1990 musí být pásy používány i v obcích. Odpovědnost za upoutání spolucestujících přešla i v případě osobních vozů z řidiče na jednotlivé cestující.

Při povinném zavádění pásů se ve veřejnosti často vyskytovaly obavy, že pásy jsou nebezpečné, protože mohou ztížit opuštění auta po nehodě, tyto obavy se však nikdy nepotvrdily.

”

V porovnání s rokem 2005 (před zavedením bodového systému) vzrostlo používání zádržných systémů hlavně u dětí (o více než 50 %).

V roce 2009 zemřelo bez použití bezpečnostních pásů 116 řidičů, 24 spolujezdců na předním a 28 spolujezdců na zadním sedadle.

Ještě trochu statistiky z roku 2009:

- 42 % řidičů usmrčených v obci bylo nepřipoutaných,
- 51 % spolujezdců usmrčených v obci bylo nepřipoutaných (tedy **každý druhý mrtvý nebyl připoutaný**),
- 71 % usmrčených osob na zadních sedadlech bylo nepřipoutaných.

”

[13]

Účinnost bezpečnostních pásů pochopitelně závisí, mimo jiné, na druhu srážky a chování vozidla po srážce. Z následující tabulky je zřejmé, že zapnuté bezpečnostní pásy mají největší účinnost tehdy, když dojde k převrácení vozu.

Druh srážky	Účinnost bezpečnostního pásu řidiče osobního vozu
Čelní	43 %
Boční	39 %
Zezadu	49 %
Převrácení	77 %

Tabulka 1: Účinnost bezpečnostních pásů, zdroj: ETSC

3.2.2. Sedadla:

Stejně jako ostatní části vozidel, tak i sedadla prošla od počátků automobilizmu značným vývojem. Postupem času se stále více zvyšují nároky na pohodlí a bezpečnost, a to má velký vliv jak na tvar, uchycení, nastavitelnost tak i na hmotnost sedadel. Správné a pohodlné držení těla je prioritou, protože má velký vliv na únavu a pozornost řidiče, a z toho důvodu je v současnosti již považováno za standart možnost polohovat sedadlo dopředně i výškově, nastavovat sklon opěradla i sedáku, tvrdost bederní opěrky, vyhřívání a u komfortnějších automobilů i nastavení délky sedáku a velikosti bočního vedení.

3.2.3. Airbagy:

Již při návrhu konstrukce karoserie se pomocí crash-testů neustále optimalizuje její deformační chování při nehodě. V neposlední řadě se ochrana posádky podstatně zvýšila i vymoženostmi elektroniky a přídavných zádržných systémů.

K těm kromě tříbodových bezpečnostních pásů s napínačem patří i dnes již velmi početné vybavení vozidla vzduchovými vaky – airbagy, které se při nehodě mohou nafouknout, a chránit tak tělo řidiče nebo jeho spolujezdce před nárazem na vnitřní části vozidla, jako jsou palubní deska, volant a další ovládací prvky či na plochu čelního nebo bočního skla.

Airbag byl přihlášený k patentování již v 50. letech. V USA se koncem sedmdesátých let, vzhledem k tamním platným předpisům pro ochranu posádky a nepovinnému používání bezpečnostních pásů, stal nutností – nejprve pro řidiče a později i pro spolujezdce. Je však nesporné, že se použití tříbodového bezpečnostního pásu a airbagu optimálně doplňuje a jen společně mohou tyto prvky dosáhnout nejlepší účinnosti. Navíc bez použití bezpečnostního pásu se airbag stává nebezpečnou zbraní, která exploduje přímo proti řidiči, jehož tělo je při nárazu doslova vymrštno proti nafukujícímu se vaku.

V Evropě, kde je používání bezpečnostních pásů povinné, jsou z tohoto důvodu prahové hodnoty pro aktivaci airbagu (intenzity zpoždění při nehodě) upraveny. Při nárazu v nízkých rychlostech přejímají funkci zadržování nejprve bezpečnostní pásy a teprve při nárazech ve vyšší rychlosti se navíc ještě aktivuje jeden nebo více airbagů.

V Německu se airbagy u řidiče a spolujezdce prosadily teprve v 80. letech, nejprve ovšem u automobilů vyšších tříd. V polovině 90. let k těmto dvěma airbagům přistoupil ještě boční airbag a krátce na to i airbag pro ochranu hlavy.

[10]



Obrázek 42: 1 – airbag řidiče, 2 – airbag spolujezdce, 3 – boční airbagy, 4 – hlavový airbag [1]

V současnosti lze na vybavení automobilu airbagy pro řidiče a spolujezdce i bočními airbagy pro cestující na předních sedadlech v kombinaci s bezpečnostními pásy nahlížet jako na standard. Automobil vyšší třídy je dnes sériově vybaven až deseti airbagy (airbag řidiče a spolujezdce pro čelní náraz, boční i hlavové airbagy vpředu i vzadu, vlevo a vpravo, kolenní airbag, mezipasažérovy airbag, airbag zabudovaný v bezpečnostním páse) a pyrotechnickými napínači u všech bezpečnostních pásů vpředu i vzadu, které jsou aktivovány řídicí jednotkou postupně a podle nutnosti. [1]

Airbag řidiče a spolujezdce:

Při nehodě vozidla čelním nárazem mohou řidič i spolujezdce utrpět těžká poranění hlavy a hrudníku, jsou-li nekontrolovatelně vrženi na volant, přístrojovou desku nebo na čelní sklo. Zapnutý bezpečnostní pás (i s napínačem) sice tento náraz zmenšuje, při vyšších rychlostech mu však nemůže zcela zabránit. Aby se takovému nárazu předešlo, aktivuje se při čelním nárazu ve zlomcích sekundy airbag, tzn., že se nafoukne vzduchový vak jak u řidiče před volantem, tak i u spolujezdce před přístrojovou deskou. Časový průběh aktivace airbagu řidiče je jako příklad zobrazen a popsán na Obrázku 43. Uváděné časové hodnoty jsou specifické pro jednotlivé automobily. Jen s minimální časovou změnou platí uvedené hodnoty i pro airbag spolujezdce.

Asi po 10 milisekundách je automobil již silně zpomalen a je-li překročena prahová hodnota, airbag se aktivuje.

Rychlost při nárazu je asi 80 km/h.



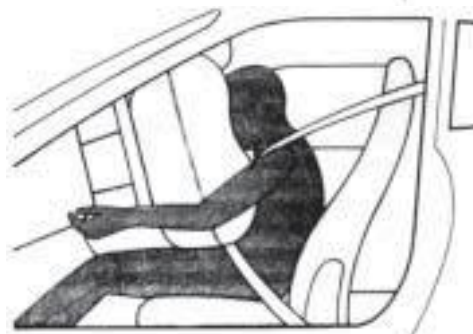
Asi po 20 milisekundách se airbag začíná rozpínat, řidič i posádka vozu se pohybují dopředu, deformační prvky na předku automobilu jsou již částečně deformovány.



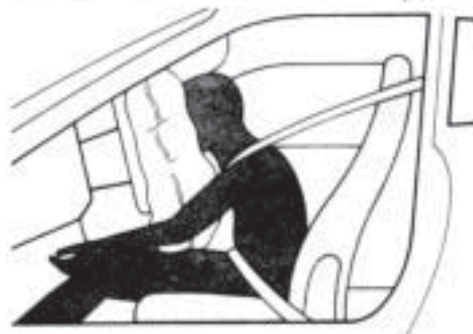
Asi po 30 milisekundách je už airbag úplně nafouknut, přičemž energie srážky je snížena zapnutým pásem, ideálně v kombinaci s napínačem.



Asi po 80 milisekundách se řidič hlavou a horní částí těla zabořuje do airbagu, plyn se pod tímto tlakem vytlačuje do stran, deformační zóny karoserie jsou zdeformovány, vozidlo se zastavuje.



Asi po 120 milisekundách je airbag již téměř prázdný, řidič se na sedadle pohybuje zpět.



Obrázek 43: Časový průběh aktivace airbagu [10]

Hlavní části systému:

Vak (1) – je vyroben z nepropustného plátna ze syntetických vláken. Má 2 až 4 otvory pro vyfouknutí. Objem vaku je u řidiče 30 - 50 litrů a u spolujezdce 100 litrů. U verze "Full-Size-Airbag" pro USA má vak řidiče 80 l a spolujezdce až 150 l (v některých státech USA není povinné používání bezpečnostních pásů).

Plynový generátor (2) – je tvořen pouzdrem, v němž jsou umístěny pyrotechnické tablety (Propergol), elektrická přípojka, rozbuška s roznětkou (elektrický palník) a kovový filtr, který brání vniku nečistot a chladí plyny.

Řídící jednotka (3) – obsahuje stabilizátor napětí, diagnostický (zkušební) obvod, bezpečnostní spínač (brání odpálení při manipulaci), vedlejší a hlavní snímač (nárazu) a záložní zdroj energie (kondenzátor).

Snímače (4) – reagují na zpomalení při nárazu a mohou být prakticky sepnuty až při rychlosti větší než (15 - 20) km/h.

Snímače v řídicí jednotce bývají zpravidla dva:

- a) Vedlejší – spíná zpravidla při zpomalení 2,5g
- b) Hlavní – spíná zpravidla při zpomalení 12,3g

Dle principu činnosti rozlišujeme snímače (G-senzory):

- a) Mechanické – určitá hmota překoná setrvačností předpětí pružiny a sepne kontakt
- b) Magnetické – ve skleněném pouzdře jsou kontakty spínače a trvalý magnet, vně pouzdra je odtažován od kontaktu vinutou pružinou. Při určitém zpomalení překoná magnet setrvačností předpětí pružiny a průchodem přes kontakty je sepne.
- c) Piezoelektrické – siliciová deska snímače se setrvačností deformuje, čímž vznikne napěťový signál.



Obrázek 44: komponenty systému s airbagem [10]

3.2.4. Bezpečnostní uchycení sloupku řízení a pedálového ústrojí:

Bezpečnostní uchycení prvků vozidla slouží buď k pohlcení, nebo přeměrování energie především čelního nárazu. Snahou je docílit co největšího zmírnění tlaku na části těla, které jsou vystavené následkům nehody, nebo omezení možnosti vniku některých částí vozu do prostoru pro posádku a tím snížení rizika poranění.

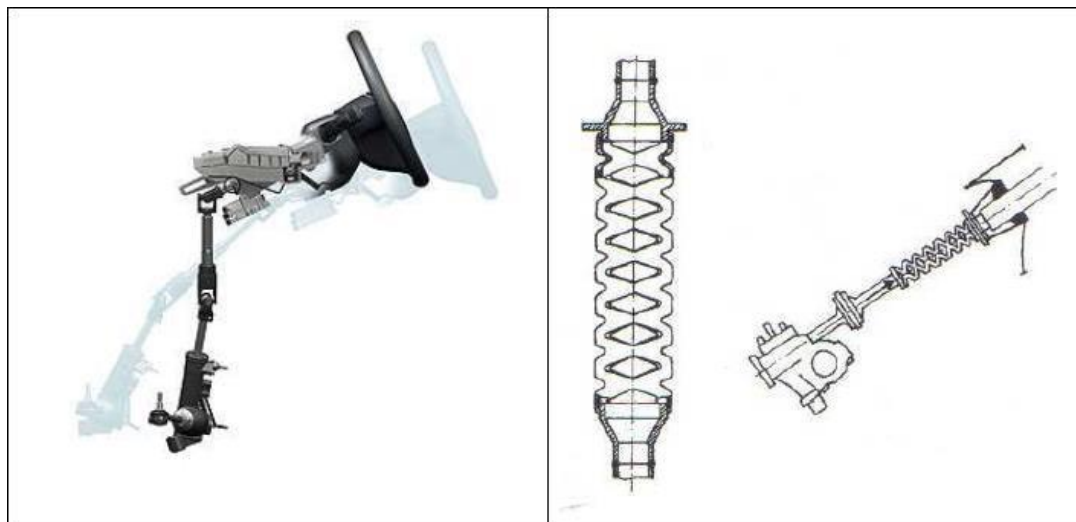
V interiéru mezi částí opatřené bezpečnostním uchycením patří zejména sloupek řízení a pedálové ústrojí.

Při čelním nárazu může vzniknout situace, kdy při deformaci přídě vniká řídicí tyč do vnitřního prostoru. V tomto případě by mohlo dojít k velmi vážnému poranění řidiče. U současných automobilů je mechanismus řízení navržen tak, aby se při kolizi řízeně deformoval.

Deformační členy řídicího mechanismu mohou být konstruovány jako:

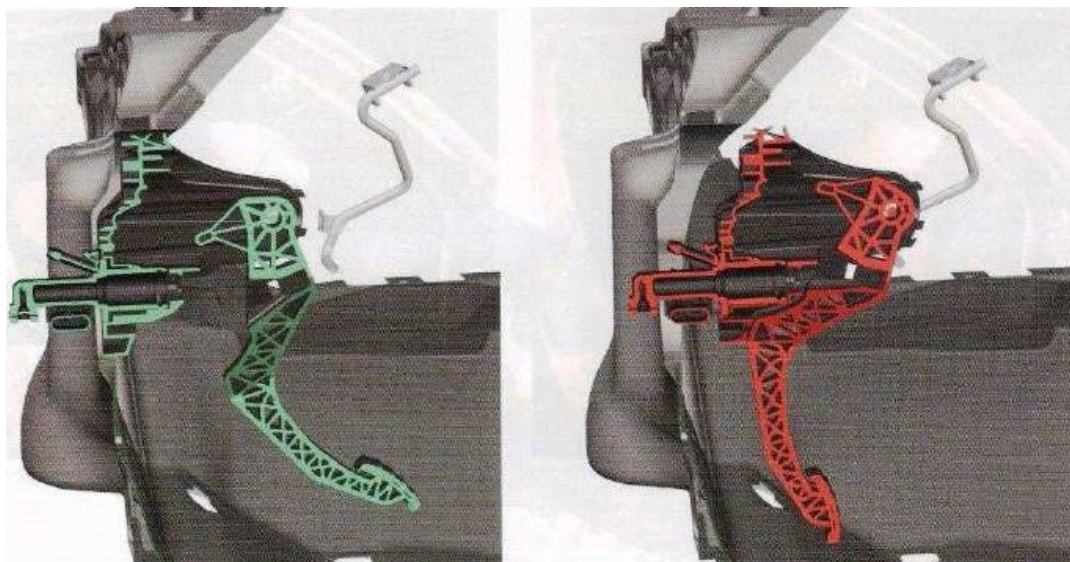
- kloubové hřídele
- svislý válec s perforovaného plechu
- posuvný mechanismus

Všechny tyto typy konstrukce musí vyhovovat předpisům. Při čelním nárazu, kdy dojde k aktivaci airbagu a nárazu těla řidiče, přes airbag na volant se sloupek řízení uvolní, zasune se (u posuvného mechanismu cca o 75 mm) a zmenší možnost poranění o volant. Zasunutím sloupku řízení vznikne větší prostor pro řidiče a umožní zádržným systémům brzdit tělo řidiče na delší dráze.



Obrázek 45: Bezpečnostní uchycení řízení: vlevo - kloubové hřídele, vpravo - válec z perforovaného plechu [36]

Uchycení pedálového ústrojí slouží především ke zmenšení rizika zranění chodidel a holení. Např. koncern VW tento systém řeší pomocí drátových výztuh upevněných na modulový nosič, který se po nárazu nedeformuje. V případě kdy dojde k posunu uchycení pedálů směrem do interiéru, drátové výztuhy posunou pedály do krajní polohy (plné sešlápnutí).

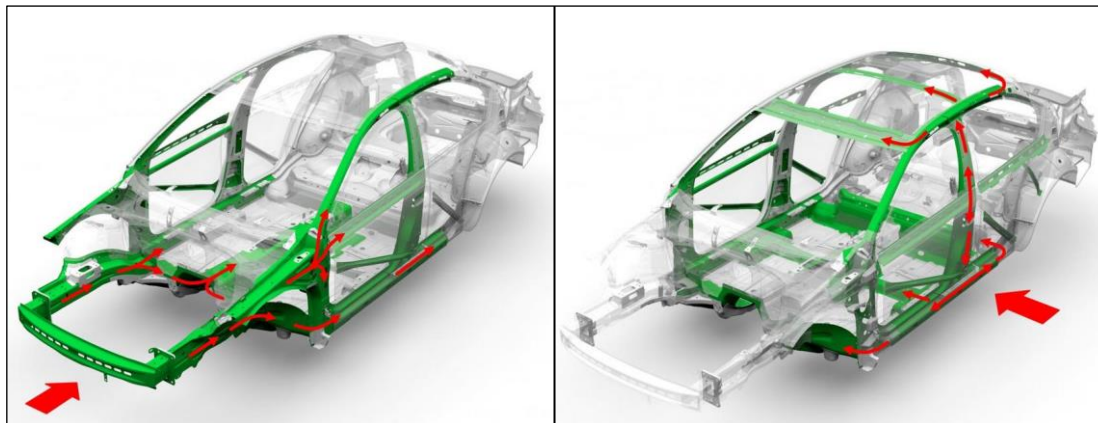


Obrázek 46: VW - bezpečnostní uchycení pedálového systému [36]

3.2.5. Deformace karoserie:

Deformační zóna je část karosérie nebo nosné struktury vozidla, nejčastěji v přední nebo zadní části, která je konstrukčně navržena tak, aby se v případě nárazu energie alespoň částečně eliminovala při deformaci jednotlivých prvků a částí automobilu. Jedná se o programovatelnou strukturu – plechy různé tloušťky, tuhé a pevné, podélné a příčné nosníky, profily, výztuhy sloupků. Aby bylo dosaženo co největší účinnosti, je potřeba jednotlivé prvky v deformační zóně vhodně tvarovat. Jednotlivé profily jsou dnes navrhovány počítačovými metodami, které také dovolují simulovat působení vnějších sil při případném nárazu. Při konstrukci vozidla je tak možné vytvořit celou řadu možných variant řešení ještě před vlastním zhotovením automobilu, u kterého se pak vše ověřuje při bariérové zkoušce, případně dalšími nárazovými zkouškami.

Deformační zóny chrání posádku před následky nárazu, neboť zčásti absorbují jeho energii přetvárnou prací vhodně tvarovaných a dimenzovaných částí karoserie či rámu vozu. V přední a zadní části bývá tato zóna 300 - 800 mm, kdežto z boku jen asi 100 - 150 mm.



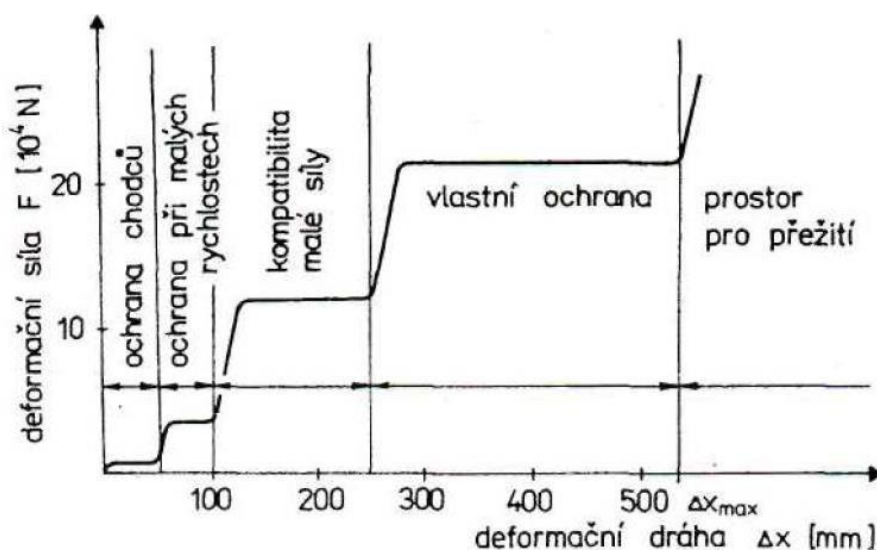
Obrázek 47: Rozložení sil při čelním nárazu (vlevo) a bočním nárazu (vpravo) [3]

Na obrázku 47 jsou znázorněny síly působící na karoserii při čelním nárazu (červené) a členy karoserie, které se podílejí na přenosu těchto sil (zelené).

Uložení motoru je konstruováno tak, aby při čelním nárazu a utržení motoru nedošlo k jeho vniknutí do prostoru pro posádku, ale nasměrování do prostoru pod posádkou.

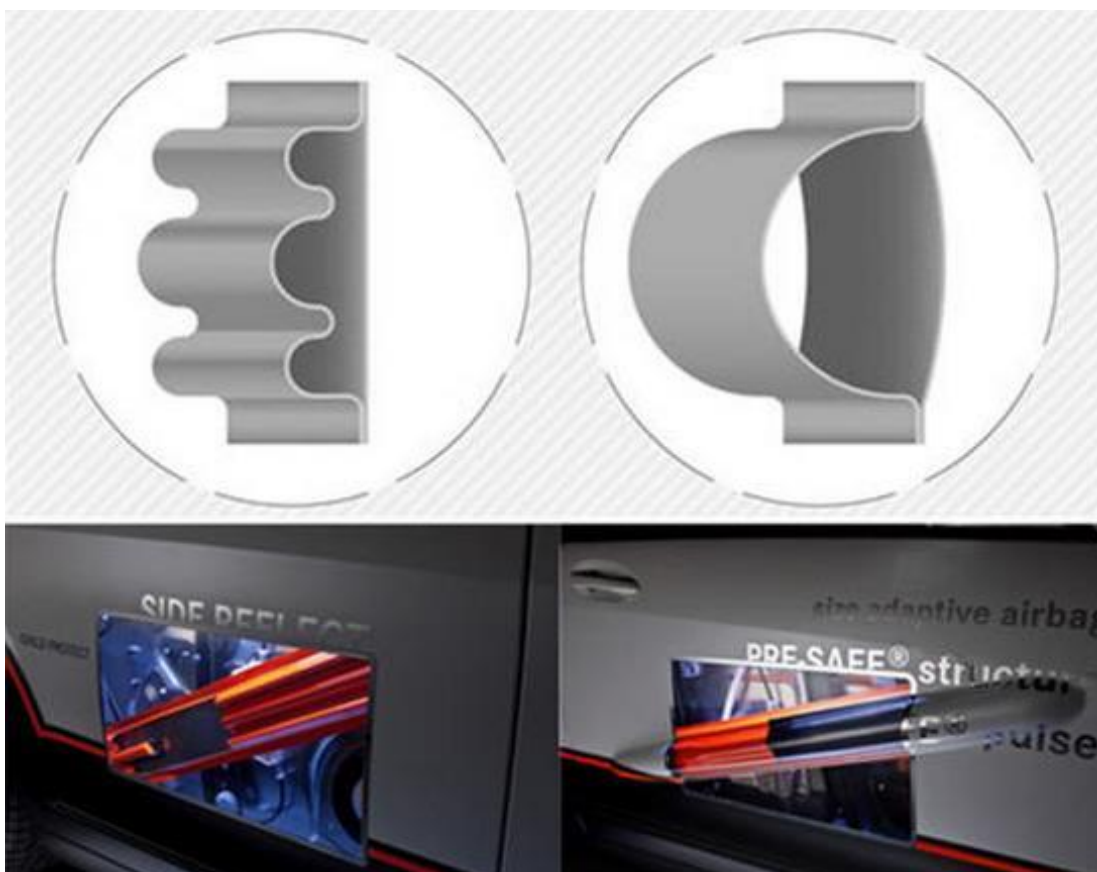
Tuhá střední část se skládá z nosných prvků se spojovacími prvky a výztuhami, které mají zajistit prostor pro přežití při čelním, zadním i bočním nárazu, ale i při převrácení vozidla nebo posunutí nákladu. Při nehodě nesmí dojít k samovolnému otevření dveří, ale po nehodě mají jít otevřít, i když s vynaložením větší síly. Dále musí dveře tvořit boční deformační zónu, ale přitom mají přenést energii nárazu na karoserii. Z toho důvodu je zde použito velké množství vysokopevnostních materiálů schopných pohltit velké množství energie při bočním nárazu. [3]

Deformační charakteristika přední části vozidla by měla mít stupňovitý progresivní (rostoucí) průběh, jako je zobrazeno na obrázku 48.



Obrázek 48: Deformační charakteristika předí vozu [3]

Pre-Safe structure patří k bezpečnostním prvkům z oblasti deformačních zón karoserie. Systém byl představen automobilkou Mercedes-Benz v roce 2009. Jedná se o speciálně tvarované duté kovové profily, které jsou uloženy ve výztuhách karoserie. V případě kdy senzory vyšlou do řídicí jednotky signál, který vyhodnotí jako kritický stav, spustí generátor plynu, který v řádech milisekund nafoukne výztuhy tlakem až 2MPa. Nafouknuté výztuhy dokáží zadržet zátěž až 100kg. Jejich funkce je obdobná jako u airbagu s tím rozdílem, že výztuhy jsou kovové a nevyfukují se. [1]



Obrázek 49: Výztuhy Pre-Safe structure [1]

Bezpečnostní sklo je dalším prvkem, který se podílí na pasivní bezpečnosti vozu. Čelní sklo se do jisté míry podílí na tuhosti karoserie. Zároveň se sklo nesmí stát nebezpečným pro posádku, pokud dojde k jeho rozbití při nehodě. S ohledem na co nejmenší riziko poranění cestujících při rozbití se vyrábí ve dvou variantách:

- a) Vrstvené sklo – jde o dvě skla slepená k sobě a mezi nimi je tenká průhledná folie
- b) Tvrzené sklo – je vytvrzené, takže se po rozbití rozpadne na velké množství neostrých stěpů

3.3. CRASH TESTY:

Crashtesty (nárazové testy) jsou destruktivní zkoušky, které testují pasivní bezpečnost automobilů. Při těchto testech je každý vůz podroben několika předem definovaným nárazům (např. čelní + boční náraz). Výsledek testů určuje několik faktorů - např. síly, které při nárazu působí na jednotlivé části lidského těla. Podle výsledků testů je pak vozu přiděleno hodnocení bezpečnosti (např. počet hvězdiček, nebo počet dosažených bodů). V Evropě nejznámější společností zabývající se nárazovými zkouškami je Euro-NCAP. Euro NCAP provádí evropský spotřebitelský test bezpečnosti nových vozů, tzv. bariérové zkoušky. Výsledky testů slouží ke snadnější orientaci spotřebitelů na trhu, jelikož výsledky jsou veřejně dostupné, nezávislé.

Během vývoje nového automobilu, ještě před uvedením na trh, musí projít každý nový model tzv. homologačními testy. Výsledky těchto testů nejsou veřejně přístupné a navíc mohou být pro každý trh trochu jiné, proto v Evropě vznikl jednotný test Euro NCAP. V roce 1998 vyšly první testy jednotného systému hodnocení Euro NCAP prováděné za souměřitelných podmínek. Na chodu těchto zkoušek se podílejí i ministerstva vlád Německa, Francie, Nizozemí, Švédska a Velké Británie. Dalšími strategickými partnery jsou Královský automobilový klub ve Velké Británii, ADAC, FIA a další.

Nezávislá autorizovaná zkušebna provádějící testy anonymně zakoupí vůz. Tím je zaručen náhodný výběr vozu a je vyloučeno ovlivnění ze strany automobilky. Pak jsou přizváni zástupci dané značky, kteří asistují při přípravě vozu na testy. Samotné zkoušky se pak zúčastní jako pozorovatelé. Zkouška je provedena pouze jednou. [1]

zkoušky prováděné společností Euro NCAP:

- čelní náraz do deformovatelné přepážky – 64 km/h
- boční náraz – 50 km/h
- boční náraz na sloupek – 29 km/h
- střet s chodcem – 40 km/h
- test ochrany dětí
- test ochrany krční páteře
- test bezpečnostních systémů

výsledky testů jsou rozděleny do čtyř kategorií:

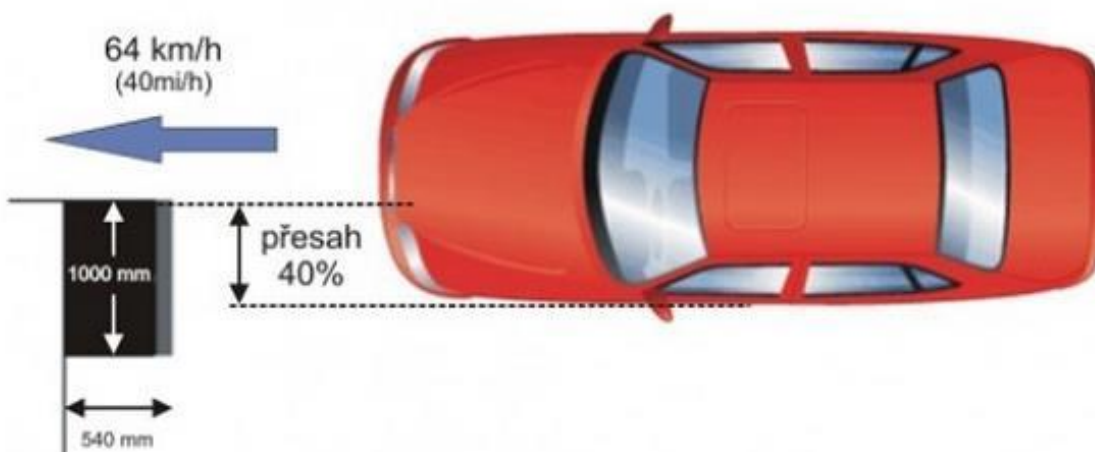
- ochrana dospělé posádky
- ochrana dětí
- ochrana chodců
- bezpečnostní systémy



Obrázek 50: příklad výsledků hodnocení Euro NCAP

3.3.1. Čelní náraz:

Jedná se o nejčastější typ havárií v reálném provozu. Automobil jedoucí rychlostí 64 km/h narazí do deformovatelné bariéry s přesazením 40 % šířky vozu. Tento náraz simuluje nejčastější typ srážky v běžném provozu, který má za následek smrtelná poranění. Představuje čelní srážku s automobilem o stejné hmotnosti. Reálný čelní náraz není většinou na celou šíři vozu, proto je zde zvoleno přesazení 40 % jeho šířky. Bariéra je deformovatelná tak, aby představovala skutečnou povahu srážky dvou vozidel. Zkušební rychlost 64 km/h simuluje náraz dvou automobilů, kdy každé z nich jede rychlostí přibližně 55 km/h. Výzkum ukázal, že tato rychlost pokrývá významný podíl smrtelných nehod v reálném provozu. Pro test se používá testovací figurína, na které se sledují pomocí snímačů parametry, z nichž lze určit rozsah možných poranění cestujících ve vozidle.



Obrázek 51: Euro-NCAP - čelní náraz [36]



Obrázek 52: Škoda Rapid - počítačová simulace testu [3]

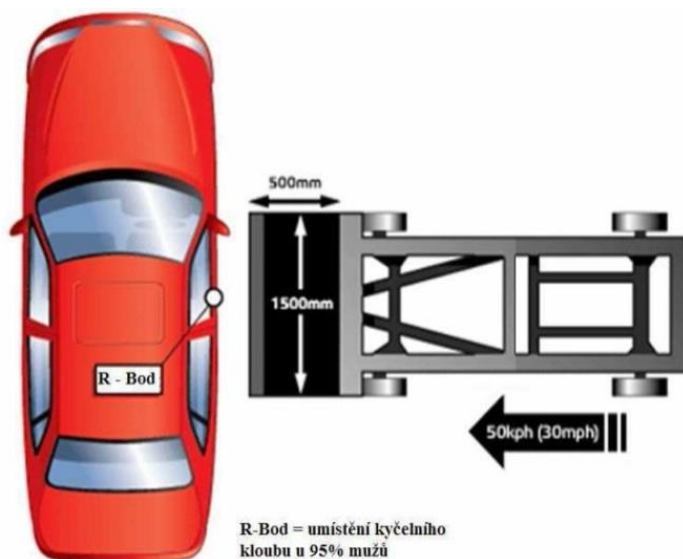


Obrázek 53: Škoda Rapid - test Euro-NCAP [3]

„Zajímavé zjištění zveřejnili inženýři švédské university v Umee, podle nich sedí ženy za volantem daleko nebezpečněji než muži. Dávají si totiž sedadlo výš, opěradlo strměji a silně svírají věnec volantu. Testovací figuríny jsou však při testech montovány na mužský posaz, proto jsou tyto pozice lépe odladěny.“ [1]

3.3.2. Boční náraz:

Druhým nejdůležitějším testem je simulace srážky dvou automobilů, kdy jeden naráží do boku druhého. Přibližně čtvrtina smrtelných nehod v Evropě je zapříčiněna právě bočním nárazem. Euro NCAP simuluje tuto srážku pohybující se bariérou, která naráží do dveří řidiče rychlostí 50 km/h. Ochrana řidiče je hodnocena pomocí testovací figuríny pro boční náraz. Při bočním nárazu je nejvíce ohrožena lidská hlava. Díky tomuto testu se u nově vyráběných automobilu klade větší důraz na ochranu posádky při bočním nárazu.



Obrázek 54: Euro-NCAP - schéma testu bočního nárazu [36]



Obrázek 55: Euro-NCAP - boční náraz - PC simulace [3]



Obrázek 56: Euro-NCAP – boční náraz – skutečný test [3]

Americký pojišťovací úřad pro bezpečnost na silnicích IIHS provádí tento test v lehké modifikaci. Stejný vozík narazí do stojícího vozidla pod úhlem 27° . Parametry jsou nastaveny tak, aby kolmá složka rychlosti vozíku při nárazu byla ještě o pět mil v hodině vyšší nežli v testu Euro NCAP. Výsledná rychlost příjezdějícího vozíku je tedy 61 km/h. [1]

3.3.3. Boční náraz na sloup:

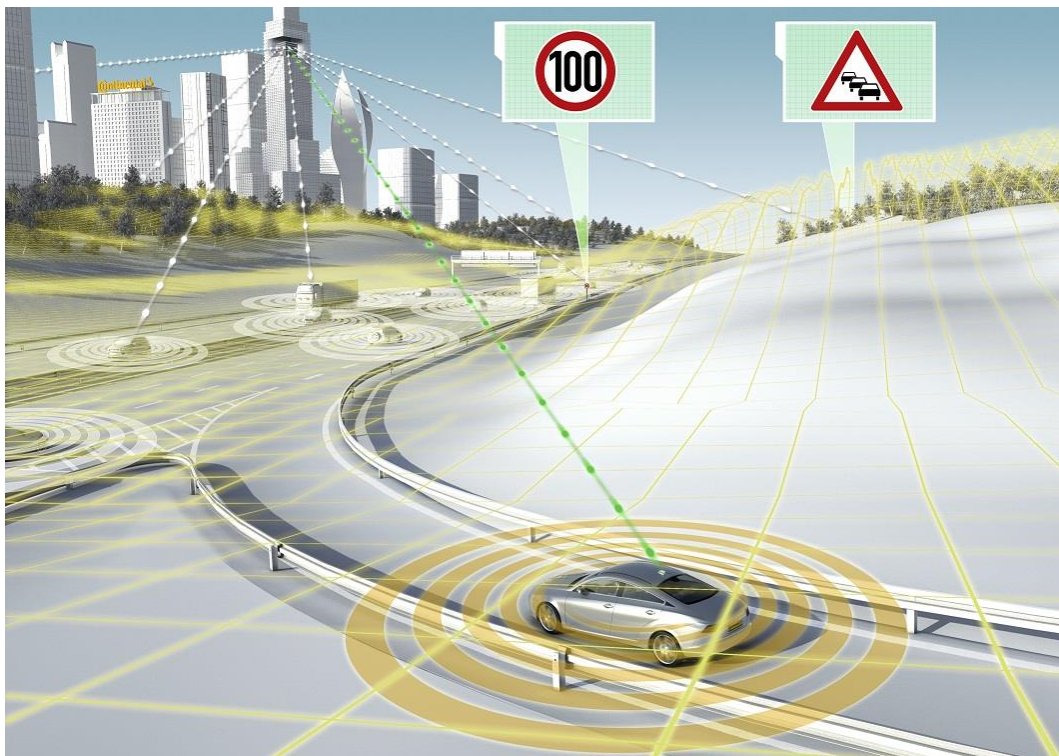
Boční náraz do sloupu představuje střet automobilu s pevnou překážkou či stromem, např. po nezvládnutém smyku. Tyto pevné překážky mají relativně malou čelní plochu a při nárazu pronikají hluboko do prostoru pro posádku. Jedná se o jeden z nejtěžších střetů, při kterém vznikají velmi vážná poranění.

Sloup má průměr 254 mm a při nárazu proniká hluboko do boku vozidla. Nejvíce ohroženou částí těla je hlava řidiče. Pokud není vozidlo vybaveno hlavovým airbagem, dochází při nárazu na sloup ke smrtelným poraněním hlavy. Typické kritérium poranění hlavy dosahuje při tomto střetu hodnot pětkrát větších, než jsou mezní přípustné hodnoty. Použití hlavových airbagů riziko kritického poranění hlavy razantně snižuje. [1]



Obrázek 57: Euro-NCAP - boční náraz na sloup [36]

4. TELEMATIKA:



Obrázek 58: Telematika - ilustrační obrázek [37]

Dopravní telematika technologický obor zabývající se kombinací přenosu a zpracování dat se zobrazovacími a jinými sdělovacími systémy a prostředky.

Spadají sem navigační systémy, systémy řízení dopravy, systémy poskytování aktuálních informací uživatelům veřejné dopravy i dopravcům a účastníkům provozu atd. Pro zjištění polohy přístroje nebo vozidla se používají například technologie GPS.

Pomocí telematických aplikací (inteligentních dopravních systémů) je možné přímo sledovat dopravní situaci na komunikacích a vyhodnocovat konkrétní charakteristiky provozu v daném místě a informovat o nich ostatní řidiče, či provoz bezprostředně řídit za účelem odstranění problému a zajištění plynulého provozu.

Mezi veličiny, které telematické systémy sledují, patří hlavně hustota provozu, intenzita provozu, průměrná rychlost proudu vozidel, jejich odstupy, ale také viditelnost, teplota vzduchu a povrchu vozovky, povětrnostní podmínky atd.

Další věci, které telematický systém zaznamenává je i skladba vozidel, jejich hmotnost, průjezd kradených vozidel.

Všechna tato data jsou odesílána a zpracovávána v Národním dopravním informačním centru NDIC. Z NDIC jsou za pomoci dalších systémů tyto data publikována, například pomocí informačních tabulí, nebo je pomocí nich provoz linií řízen.

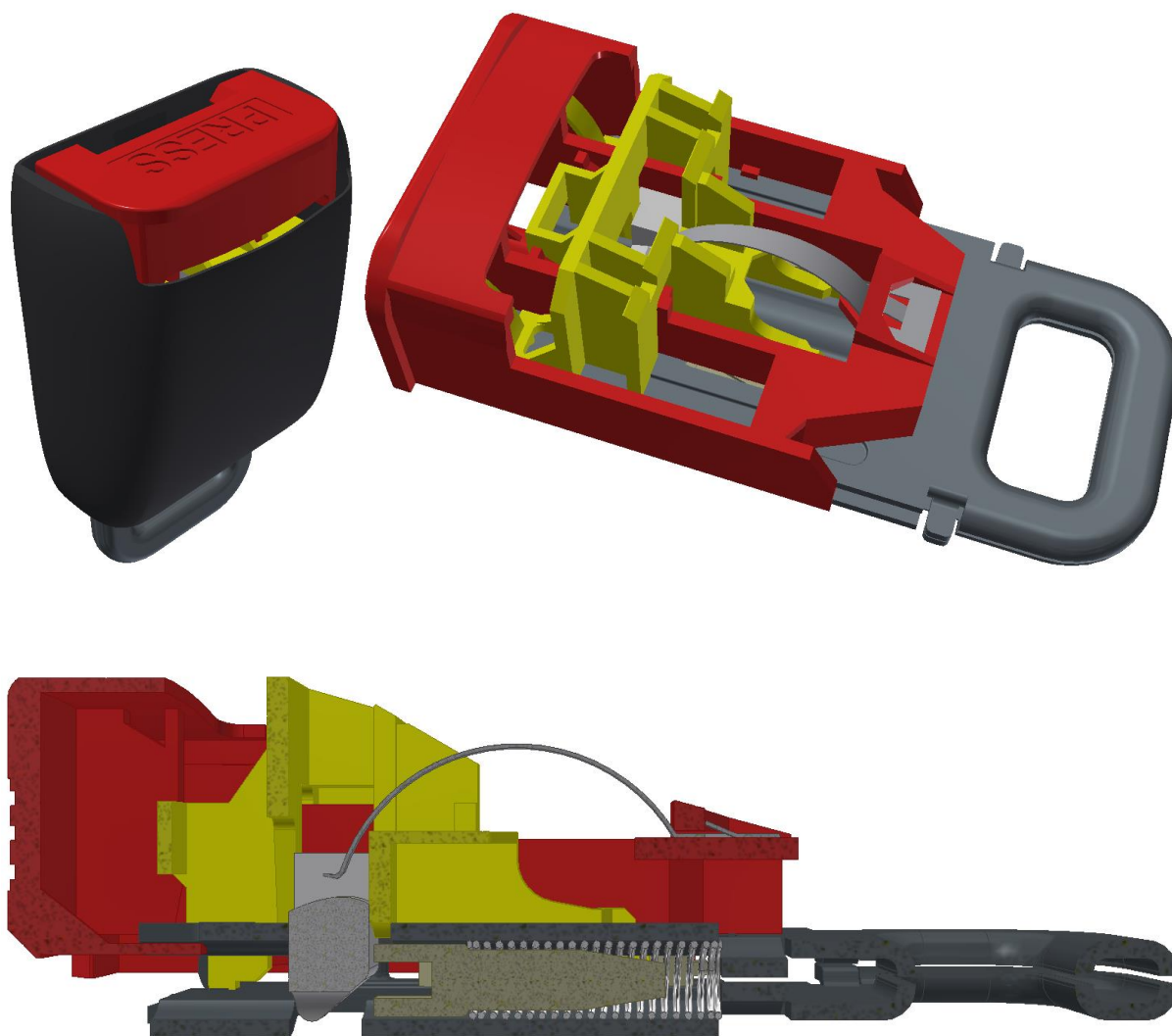
[9]

5. ZÁMEK BEZPEČNOSTNÍHO PÁSU:

Po domluvě s vedoucím práce došlo k rozšíření zadání práce o vypracování modelu zámku bezpečnostního pásu a následné zhotovení vybrané technické dokumentace.

Technická dokumentace bude dána do příloh, jedná se o výkres sestavy, kusovník, a dva technické výkresy.

Použité materiály nejsou známy, údaj na výkresech je tedy jen odhad druhu materiálu.



Obrázek 59: 3D model zámku bezpečnostního pásu

6. ZÁVĚR:

Cílem této práce bylo vytvořit základní přehled o tom, co všechno má vliv na bezpečnost vozidla a stručně, ale především srozumitelně popsat bezpečnostní systémy, to jak fungují a k čemu přispívají. Bezpečnost vozidla je velmi široké téma, které se neustále rozvíjí všemi směry. Snahou automobilek samozřejmě je udělat svá auta výkonnější, efektivnější, levnější na výrobu, estetičtější, ale na prvním místě při konstrukci vozu bude vždycky bezpečnost. Každá automobilka na vývoj v oblasti bezpečnosti nahlíží z jiného úhlu, každá přijde s něčím novým, a díky tomu je dnes paleta bezpečnostních systémů tak pestrá a neustále se zdokonalující, že až člověk přestává chápat, jak je možné v dnešní době mít stále tak vysoký počet dopravních nehod s fatálními následky. Jedním z důvodů je špatná bezpečnostní kompatibilita se staršími vozy, které nejsou na silnicích výjimkou. Dalším z důvodů, který má na danou skutečnost největší vliv, je lidský faktor. Selhání pozornosti, schopností nebo úsudku člověka je hlavním viníkem nehod na dopravních komunikacích.

Automobilky jsou si toho vědomy, je to zřejmé i z neustále se rozšiřujícího vývoje nových a nových elektronických asistentů řízení, které dokážou v jistých situacích převzít úplnou kontrolu nad řízením. Je vidět, kam všechen vývoj v této oblasti směřuje, k eliminaci lidské chyby v řízení automobilu, dokonce už jsou k vidění i prototypy testované v reálném provozu například od společnosti Google.

Je jen otázkou několika málo desítek let, a do vozu bude stačit jen nastoupit, zadat destinaci, zvolit rádiovou stanici a o víc se nestarat, jako je tomu ve sci-fi filmech.

7. POUŽITÉ ZDROJE:

- [1] Autolexicon.net, [no date], www.autolexicon.net | ... náskok díky znalostem. [online]. [Accessed 31 April 2015]. Available from: <http://www.autolexicon.net/cs/>
- [2] Becker, Hugo, 2012, Technical Analysis: Pedestrian Airbags. *BMW BLOG* [online]. 2012. [Accessed 3 January 2015]. Available from: <http://www.bmwblog.com/2012/07/09/technical-analysis-pedestrian-airbags/>
- [3] Bezpecnecesty.cz, [no date], Karoserie - Témata - Bezpečné cesty.cz. [online]. [Accessed 3 April 2015]. Available from: <http://www.bezpecnecesty.cz/cz/temata/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti/karoserie>
- [4] Bezpecnenasilnicich.cz, [no date], BESIP | Bezpečně na silnicích | Liberecký kraj | Prvky pasivní bezpečnosti. [online]. [Accessed 7 February 2015]. Available from: <http://www.bezpecnenasilnicich.cz/page/78>
- [5] Bozpprofi.cz, řízení motorového vozidla a ergonomie | BOZPprofi. [online]. 2015. [Accessed 28 December 2014]. Available from: http://www.bozpprofi.cz/rizeni-motoroveho-vozidla-a-ergonomie-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_ZwFk5F7ZUMb193Qsd95gLCQ/
- [6] Cs.wikipedia.org, [no date], Bezpečnostní pás. [online]. [Accessed 6 March 2015]. Available from: http://cs.wikipedia.org/wiki/Bezpe%C4%8Dnostn%C3%AD_p%C3%A1s
- [7] Cs.wikipedia.org, [no date], Nedotáčivost. [online]. [Accessed 1 April 2015]. Available from: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Nedot%C3%A1%C4%8Divost>
- [8] Cs.wikipedia.org, [no date], Přetáčivost. [online]. [Accessed 2 April 2015]. Available from: <http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99et%C3%A1%C4%8Divost>
- [9] Cs.wikipedia.org, [no date], Telematika. [online]. [Accessed 5 June 2015]. Available from: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Telematika>
- [10] ČUMPELÍK, Jiří, [no date], Pasivní ochrana. <http://www.skolahostivar.cz> [online]. [Accessed 3 February 2015]. Available from: <http://www.skolahostivar.cz/DownloadPF/syst%C3%A9my%20pasivn%C3%AD%20bezpe%C4%8Dnosti.pdf>
- [11] HARRIS, Tom, 2015, Extend and Retract - How Seatbelts Work. *HowStuffWorks* [online]. 2015. [Accessed 10 March 2015]. Available from: <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/seatbelt3.htm>
- [12] HOSNEDL, Stanislav a Jaroslav KRÁTKÝ. *Příručka strojního inženýra: obecné strojní součásti*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2000, viii, 198 s. Edice strojaře. ISBN 80-722-6202-5.
- [13] Ibesip.cz, 2015, Bezpečnostní pásy. [online]. 2015. [Accessed 14 March 2015]. Available from: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/zasady-bezpecne-jizdy/bezpecnostni-pasy>
- [14] Koni.com, [no date], KONI: Přetáčivost a nedotáčivost. [online]. [Accessed 26 May 2015]. Available from: <http://www.koni.com/cz/tlumice-automobily/technologie/pretacivost-a-nedotacivost/>

- [15] M1.behance.net, [no date], [online]. [Accessed 10 December 2014]. Available from: <https://m1.behance.net/rendition/modules/38290923/disp/9ed85dd80028c2a1fb484edcd32b0aa8.jpg>
- [16] Nokian Tyres, [no date], Vliv pneumatiky na bezpečnost / Nokian Tyres. [online]. [Accessed 17 February 2015]. Available from: <http://www.nokiantyres.cz/inovace/bezpecnost/vliv-pneumatiky-na-bezpecnost/>
- [17] Smyky.wz.cz, 2015, Přetáčivý smyk. [online]. 2015. [Accessed 24 May 2015]. Available from: <http://www.smyky.wz.cz/pretacivy.htm>
- [18] VLK, František. Stavba motorových vozidel. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 499 s. ISBN 80-238-8757-2.
- [19] Vroomgirls.com. *Car Handling Explained - What's a car's handling? - VroomGirls*. [online] Available at: <http://www.vroomgirls.com/all-about-handling/> [Accessed 8 Nov. 2014].
- [20] Zdroj obrázku: http://www.frowntown.net/elements/andymiscstuff/12-13-10_preview.png
- [21] zdroj obrázku: <https://www.behance.net/gallery/4843013/A-Pillar-Re-Design>
- [22] zdroj obrázku: <http://www.socialmeteor.com/2010/12/11/don%E2%80%99t-scrimp-on-scraping-tips-for-safe-driving-in-inclement-weather/>
- [23] zdroj obrázku: <http://www.fiat500owners.com/forum/10-fiat-500-appearance-body/5242-blind-spot-mirror.html>
- [24] zdroj obrázku: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2033724/Restored-Italian-Job-Minis-public-display-time.html>
- [25] zdroj obrázku: <http://forums.vwvortex.com/showthread.php?1160590-Oversteer-vs-Understeer-DRAW-IT!!/page2>
- [26] zdroj obrázku: <http://www.mini-kurzy.cz/skola-smyku-stesti-preje-pripravenym/>
- [27] zdroj obrázku: http://www.autorevue.cz/citroen-c5-facelift-prospel-velky-test_2
- [28] zdroj obrázku: http://www.imps4ever.info/tech/tuners_builders/andy-dawson/andy-dawson-handling-principles.html
- [29] zdroj obrázku: <http://www.autocentrumrk.cz/aquaplaning/>
- [30] zdroj obrázku: http://www.seat.co.uk/content/medialib/seat/uk/service-and-accessories/image-assets/tyre-pressure/_jcr_content/renditions/rendition.file/tyres_2.jpg
- [31] zdroj obrázku: <http://www.dieselstation.com/Rolls-Royce/One-Thousand-and-One-Nights-2013/Rolls-Royce-Ghost-One-Thousand-and-One-Nights-2013-wallpaper-ds12-i5132.html>
- [32] zdroj obrázku: <http://www.amazon.co.uk/Family-Stick-Figure-Sticker-Animal/>
- [33] zdroj obrázku: <http://www.denstoredanske.dk/@api/deki/pages/46983>
- [34] zdroj obrázku: http://faq.out-club.ru/download/outlander-xl/maintenance/Service_Manual_2007/2007/52/html/M252100220004900ENG.HTM
- [35] zdroj obrázku: <http://elearnhazz-sk.webnode.sk/konstrukcia-osobnych-automobilov/pasivne-bezpecnostne-prvky-atomobilov/predpinace-bezpecnostnych-pasov/>

[36] zdroj obrázku: <http://www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/08-bezpecnost-posadky-vozidla-pdf-p67169>

[37] zdroj obrázku: <http://www.indracompany.com/en/sostenibilidad-e-innovacion/neo/blog/articulo/technological-observatory-may-5-11>

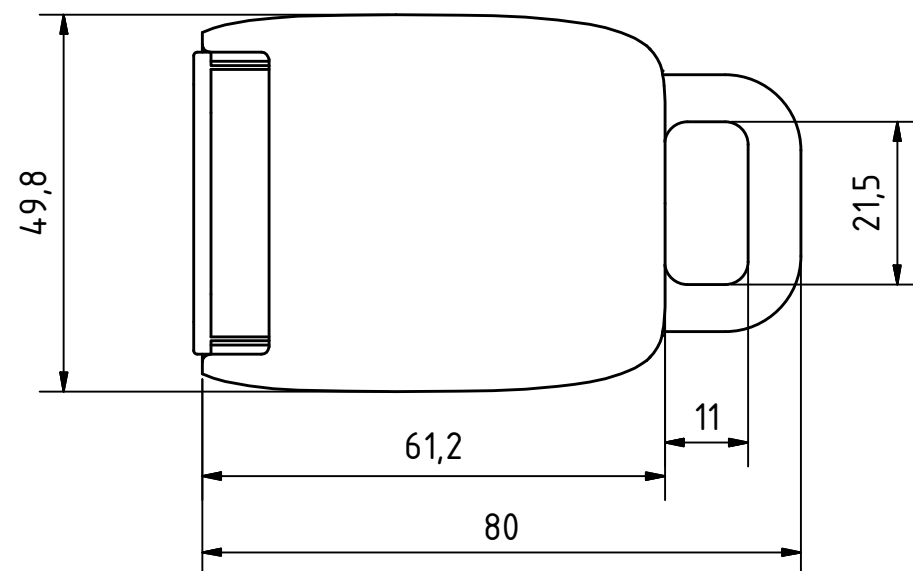
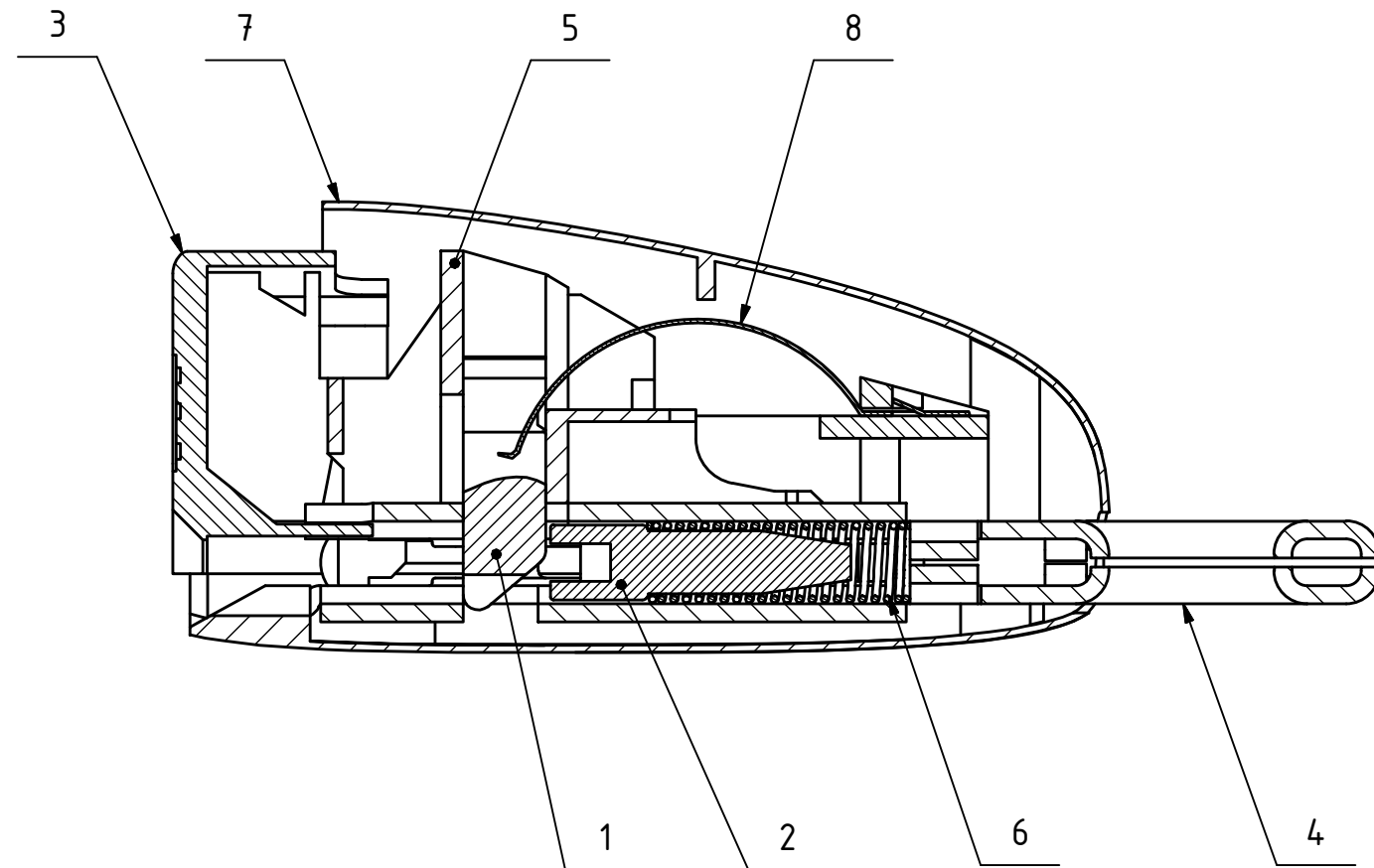
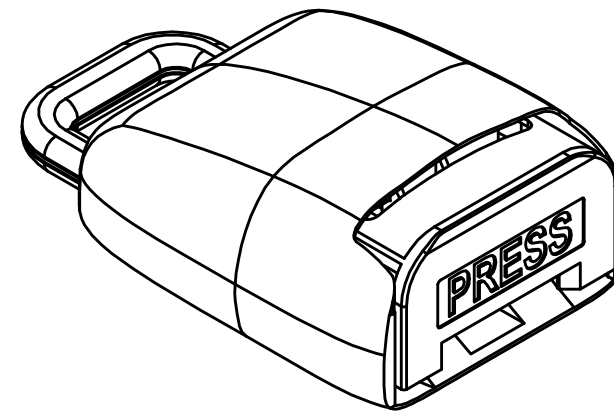
8. SEZNAM PŘÍLOH:

Příloha 1: Výkres sestavy zámku bezpečnostního pásu

Příloha 2: Technický výkres

Příloha 3: Technický výkres

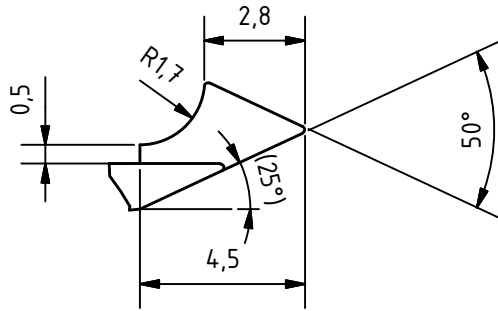
Příloha 4: CD s prací



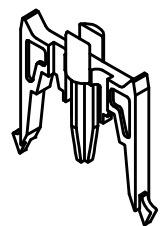
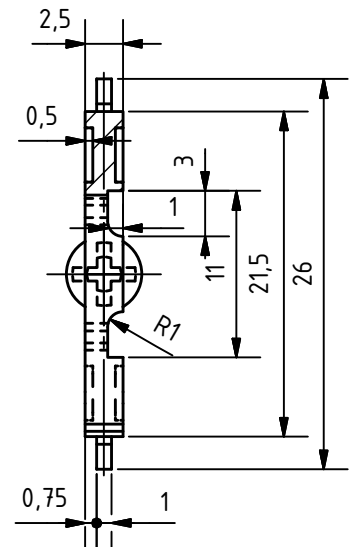
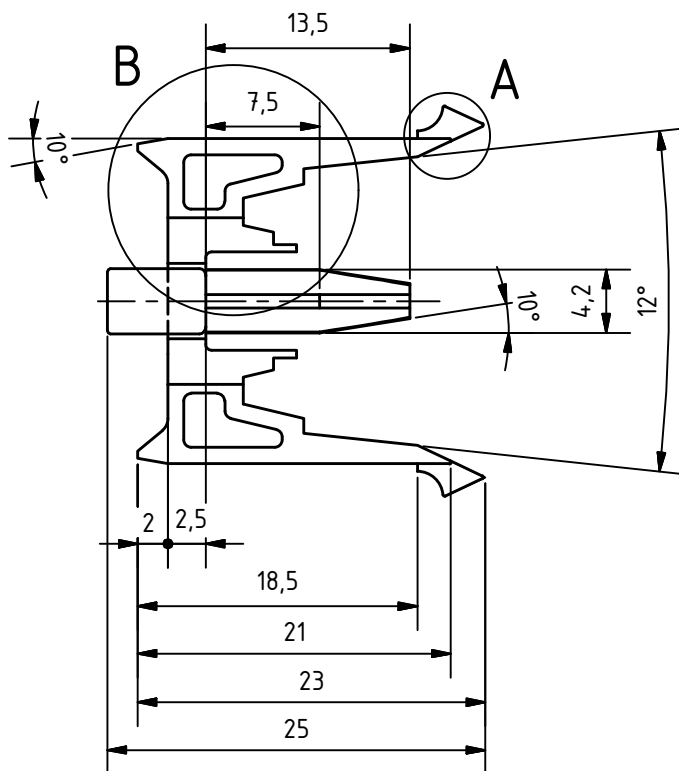
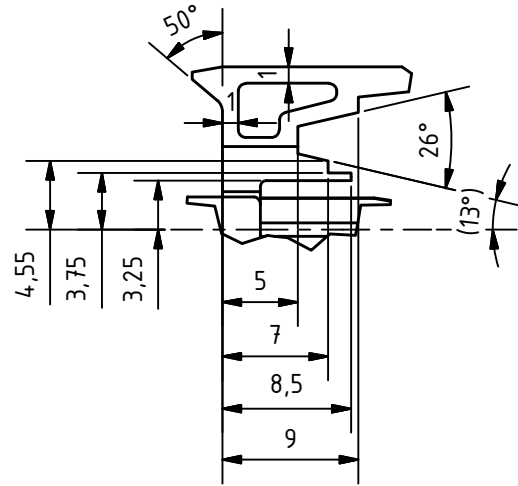
8	PRUŽINA	0,003	14 260	1
7	KRYT	0,010	Měkčený plast	1
6	VINUTÁ PRUŽINA	0,012	14 260	1
5	VEDENÍ	0,002	Tvrzený plast	1
4	VÝLISEK	0,038	Ocel na tváření	1
3	TLAČÍTKO	0,008	Tvrzený plast	1
2	JEZDEC	0,004	Tvrzený plast	1
1	ZARÁŽKA	0,005	Ocel na odlitky	1
POZICE	SOUČÁST	HMOTNOST	MATERIÁL	QTY
Měřítko 1:1	Hmotnost (kg) 0,082	Promítání		Formát A3

FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Marek Havlík	Název ZÁMEK PÁSU
	Datum 17.6.2015	Číslo dokumentu
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil Datum	PŘÍLOHA 1
	Druh dokumentu VÝKRES SESTAVY	List 1 Listů 1

A (5 : 1)



B (2 : 1)



Nespecifikované rozměry jsou definovány v 3D modelu.

Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ČSN 64 0006.4
		Hmotnost (kg) 0,004	Tolerování ISO 8015
			Promítání

Materiál - Polotovár tvrzený plast	Formát A4
---------------------------------------	---------------------

FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Marek Havlík	Název JEZDEC
	Datum 17.06.2015	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Datum Schválil	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	