



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

HISTORICKÝ VÝVOJ A MODERNÍ TRENDY BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ OSOBNÍCH AUTOMOBILŮ

HISTORICAL EVOLUTION AND MODERN TRENDS IN PASSENGER CARS SAFETY ELEMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

STANISLAV MÁČALA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. MARIÁN LAURINEC

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství
Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Stanislav Máčala

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Historický vývoj a moderní trendy bezpečnostních prvků osobních automobilů

v anglickém jazyce:

Historical evolution and modern trends in passenger cars safety elements

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce bude zaměřena na zpracování přehledu používaných bezpečnostních prvků v osobních automobilech. Jejich historický vývoj a současné trendy.

Cíle bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je vypracování rešerše v oblasti bezpečnostních prvků osobních vozidel. Nastínění historického vývoje. Popis komfortních systémů. Přehled aktivních a pasivních bezpečnostních prvků.

Seznam odborné literatury:

VLK, František: *Lexikon moderní automobilové techniky*, 2005, ISBN:80-239-5416-4

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marián Laurinec

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 23.11.2010

L.S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

V mé bakalářské práci se zaměřuji na bezpečnost u osobních automobilů. Je zde krátce shrnuta historie, dále se zabývám aktivními a pasivními prvky bezpečnosti. Jedna kapitola je věnována komfortním systémům. Jsou zde také zmíněny nárazové zkoušky (tzv. Crash testy).

KLÍČOVÁ SLOVA

aktivní bezpečnost, ergonomie, pasivní bezpečnost, bezpečnostní pás, airbag, komfortní systémy, crash testy

ABSTRACT

In my bachelor's thesis I focus on passenger cars safety. I summarize its history. I deal with active and passive elements of safety. One part is paid to car comfort system. There are also mentioned crash tests.

KEYWORDS

active safety, ergonomics, passive safety, seat belt, airbag, car comfort system, crash tests



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MÁČALA, S. *Historický vývoj a moderní trendy bezpečnostních prvků osobních automobilů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 46 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Marián Laurinec.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Mariána Laurince a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 27. května 2011

.....

Stanislav Máčala



PODĚKOVÁNÍ

Dovoluji si tímto poděkovat Ing. Mariánu Laurinci za cenné rady a odborné vedení při vypracování této práce.



OBSAH

ÚVOD	10
1 HISTORIE	11
2 AKTIVNÍ BEZPEČNOST	13
2.1 Jízdní bezpečnost	13
2.2 Kondiční bezpečnost	13
2.3 Pozorovací bezpečnost	13
2.4 Ovládací bezpečnost	14
2.5 Výhled z vozidla	14
2.6 Ergonomie	16
3 PASIVNÍ BEZPEČNOST	17
3.1 Vnější	17
3.2 Vnitřní	17
3.3 Zádržné systémy	18
3.3.1 Bezpečnostní pásy	18
3.3.2 Nafukovací vaky – Airbagy	22
3.3.3 Aktivní hlavová opěrka	25
3.3.4 Ochranné systémy při převrácení	26
4 KOMFORTNÍ SYSTÉMY	27
4.1 Zajištění bezpečnosti vozidla	27
4.1.1 Centrální zamykání	27
4.1.2 Bezklíčové ovládání	27
4.1.3 Imobilizér	28
4.1.4 Alarm	29
4.2 Zvýšení komfortu ovládání	29
4.2.1 Nastavení volantu	29
4.2.2 Nastavení sedadel	30
4.2.3 Ovládání oken	30
4.3 Usnadnění řízení	31
4.3.1 Posilovač řízení	31
4.3.2 Adaptivní světlomety	32
4.3.3 Automatické stírání oken	33
4.4 Zajištění pohodlí posádky	33
4.4.1 Větrání	33
4.4.2 Vytápění	34
4.4.3 Klimatizace	34



5	CRASH TESTY	35
5.1	Typy testů	35
5.1.1	Čelní náraz	35
5.1.2	Boční náraz	36
5.1.3	Boční náraz do sloupu	36
5.1.4	Ochrana dětí	37
5.1.5	Srážka vozidla s chodcem	37
5.1.6	Kontrola bezpečnostních systémů	38
5.1.7	Náraz zezadu	38
5.2	Figuríny	39
5.3	Hodnocení	39
6	BEZPEČNOST V BUDOUCNOSTI	41
6.1	Předvídavý bezpečnostní systém	41
6.2	Telematika	41
6.3	Asistenční a varovné systémy budoucnosti	41
	ZÁVĚR	43
	POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE	44



ÚVOD

V poslední době se u osobních automobilů dbá čím dál více na bezpečnost jak posádky, tak i osob vyskytujících se v okolí vozidla. Lidé také touží po stále větším pohodlí, ovladatelnosti a technické vybavenosti vozidel. Výrobci automobilů tedy začali svůj vývoj směřovat právě těmito směry. Myslím si, že v dnešní době je v automobilech tolik mechanických a hlavně elektronických zařízení, které nám pomáhají při každodenním provozu, že už úplně zapomínáme, jaké to bylo bez nich. Proto bych se chtěl v mé bakalářské práci pokusit shrnout data týkající se bezpečnosti osobních vozidel a jejich komfortních systémů, abychom si mohli udělat stručný přehled o tom, jaký pokrok a jaké možnosti dnešní automobily nabízejí.

V mé práci nejprve rozeberu historii bezpečnosti od prvních mechanických prvků až k dnešním elektronickým. Dále se zaměřím na aktivní prvky bezpečnosti, zabývající se opatřeními, která mají předcházet nehodě a celkově snížit šanci k jejímu vzniku. Ve třetí kapitole s názvem pasivní bezpečnost se budu zabývat opatřeními ke zmenšení následků nehody. Zároveň zmíním zádržné systémy. Čtvrtá kapitola se jmenuje komfortní systémy. Celkově to jsou systémy, které zvyšují pohodlí řidiče i posádky vozidla. Dají rozdělit na čtyři skupiny: zajištění bezpečnosti vozidla, zvýšení komfortu ovládání, usnadnění řízení a zajištění pohodlí posádky. V předposlední kapitole projdu nárazové zkoušky automobilů (tzv. crash testy) a jejich hodnocení. Nakonec v poslední kapitole analyzuji možnosti bezpečnosti v budoucnosti. [1]

Součástí bezpečnosti osobních vozidel jsou asistenční systémy, které ale nejsou součástí mé práce. Opomím také bezpečnostní prvky pro nákladní automobily a vozů pro hromadnou přepravu osob.

V textu symbol g značí normálové tíhové zrychlení $g=9,806 \text{ m/s}^2$.



1 HISTORIE

Historie bezpečnostních prvků osobních automobilů sahá do počátku druhé poloviny 20. století. Pokud bychom měli možnost nahlédnout do auta vyrobeného před touto dobou, obtížně bychom v interiéru hledali nějaký bezpečnostní prvek. Celkově interiér vozidel z této doby nebyl připraven redukovat následky nehody, a snížit tak možnost zranění posádky. Můžeme sice namítnout, že v té době auta nedosahovala takových rychlostí a také nebyl hustý provoz, jako je v dnešní době, ale lidé v automobilech umírali již při rychlostech 40 km/h. Použitými výrobními materiály u vozidel byly často kovy, dřevo a sklo.

Jedním z prvních průkopníků ve sféře bezpečnosti automobilů bylo Volvo, když v roce 1959 představilo první bezpečnostní prvek automobilu – tříbodový pás (Obr. 1), který byl ve vozech dodáván jako standardní výbava. O rok později přišlo Volvo s další novinkou v tomto odvětví, a to s čalouněnou přístrojovou deskou, která měla zmírnit zranění při čelní srážce. [4]



Obr. 1: Tříbodový pás Volva s jeho strůjcem Nilsem Bohlinem. [5]

Dalším důležitým prvkem, který se v 70. letech objevil v osobních automobilech, byl zcela jistě airbag. V USA se začal dodávat do automobilů na požádání, avšak nešel na odbyt, jak by se mohlo zdát. Za tři roky se prodalo pouze cca 10 000 vozidel vybavených airbagem. V 80. letech přišla společnost Mercedes-Benz s novinkou, kdy se při nárazu detekovaném pomocí senzorů předepjaly pásy a spustil se airbag, který přestal být náhradou pásů, ale jejich doplňkem. [6]

ABS bylo původně vynalezeno pro letadla, aby byla lépe ovladatelná při brzdění. V 60. letech bylo mechanické ABS poprvé použito na ručně postaveném závodním automobilu. To ovšem nevedlo k žádnému dalšímu využití. V roce 1978 Mercedes-Benz uvedl první elektronické ABS. [7]



Od 80. let byly postupně přijímány ve všech zemích světa zákony stanovující povinné připoutání se na předních sedadlech, popřípadě i na zadních sedadlech, byly-li zde pásy umístěny. Například od roku 1987 nová prodávaná auta ve Velké Británii musely mít pásy na všech sedadlech. [8]

V roce 1986 v USA Volvo představilo další inovaci v rámci zvýšení bezpečnosti automobilového provozu – třetí brzdné světlo. V Evropě se začalo objevovat až na konci 90. let minulého století. Toto světlo bylo umístěno na zadním skle, čímž se dostalo do zorného úhlu řidiče jedoucím bezprostředně za vozidlem. U tohoto světla bylo využíváno polovodičových LED diod, které se vyznačují velmi krátkou reakční dobou, a díky tomu mohli řidiči rychleji zareagovat. V dnešní době se LED diody používají u všech brzdných světel, právě díky jejich době potřebné k plnému rozsvícení a také jejich životnosti. [9]

Do poloviny 80. let se auta odemykala a zamykala pomocí klíče zapalování. V té době se objevila první dálková ovládání zámku. Na začátku 90. let byla v Evropě pro dálkové ovládání s radiovými vysílači a přijímači zavedena jednotná frekvence 433MHz. [3]

V roce 1997 bylo založeno nezávislé konsorcium Euro NCAP (European New Car Assessment Programme), které provádí nárazové zkoušky automobilů (tzv. crash testy) a testovaným vozům poté dává ohodnocení za bezpečnost v podobě hvězdiček. Původně pochází z Velké Británie a nyní je podporováno Evropskou komisí, vládami Francie, Německa, Švédska, Nizozemí a katalánské části Španělska a také motoristickými a spotřebitelskými organizacemi všech zemí EU. [10]



2 AKTIVNÍ BEZPEČNOST

Do aktivní bezpečnosti osobních automobilů se řadí všechny prvky, které snižují možnost vzniku dopravní nehody. Dopravním nehodám tedy předcházejí a pomáhají jim zabránit. V dnešní době je většina z nich řízena elektronikou. Aktivní bezpečnost se rozděluje na:

- jízdní bezpečnost,
- kondiční bezpečnost,
- pozorovací bezpečnost a
- ovládací bezpečnost. [1]

2.1 JÍZDNÍ BEZPEČNOST

Do této kapitoly jsou řazeny vlastnosti zmenšující jízdní nedostatky. Mezi nejdůležitější patří přesné řízení a kvalitní brzdy. Dále sem patří výkon, akcelerace, odpružení a aerodynamická stabilita. [1]

2.2 KONDIČNÍ BEZPEČNOST

Do kondiční bezpečnosti patří prvky, které zvyšují pohodlí posádky. V této části je důležitým prvkem sedadlo, u kterého se jedná o několik hledisek: jeho tvar, prodyšnost, přenos kmitů, rozsah nastavení polohy, dostupnost k hlavním ovládacím prvkům. Odhlučnění od okolí a od motoru je také důležitou částí kondiční bezpečnosti. Člověk by měl být při řízení automobilu v dobrém psychickém rozpoložení, k čemuž má napomáhat estetický vzhled interiéru, jenž by měl spustit pozitivní smyslové vjemy. K tomu taktéž napomáhá mikroklima, do kterého se řadí větrání, vytápění a, pokud je ve výbavě vozidla, také klimatizace. [1]

2.3 POZOROVACÍ BEZPEČNOST

Pozorovací bezpečnost se řídí heslem „vidět a být viděn“. K pojmu „vidět“ patří výhled z vozidla a osvětlení vozovky, zatímco k části „být viděn“ se přiřazuje pasivní viditelnost vozidla, jakožto barva karoserie, osvětlení vozidla a výstražná signalizační zařízení. K větší bezpečnosti při jízdě v noci nebo za šera napomáhá vnitřní osvětlení, které zvyšuje kontrast mezi vozovkou a interiérem. Oči si lépe přivykají na změny při střídání pohledu a také, pokud jsou ovládací prvky dobře osvětleny, není problém s jejich nalezením. [1]



2.4 OVLÁDACÍ BEZPEČNOST

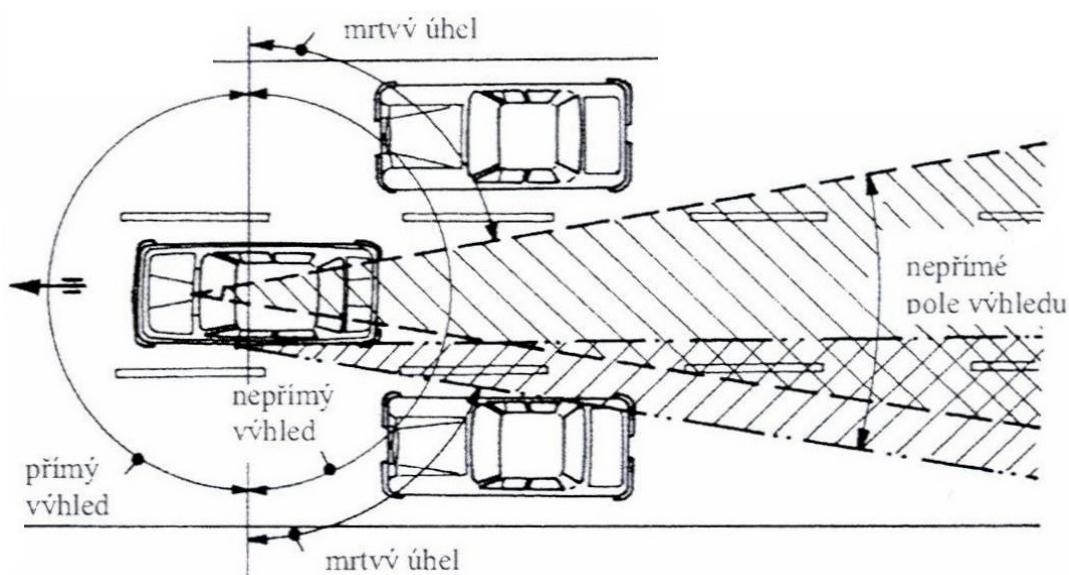
U ovládací bezpečnosti je důležitá spolehlivost ovládání, jako je umístění ovladačů, jejich ovladatelnost, dosažitelnost a tvar. Další důležitou částí jsou ovládací síly pro řízení a brzdění. Kontrolní a signalizační zařízení by mělo být umístěno v zorném úhlu řidiče, aby neodpoutávalo pozornost od řízení, čemuž napomáhá i zvuková signalizace, která hlásí jakýkoli nastalý problém. [1]

2.5 VÝHLED Z VOZIDLA

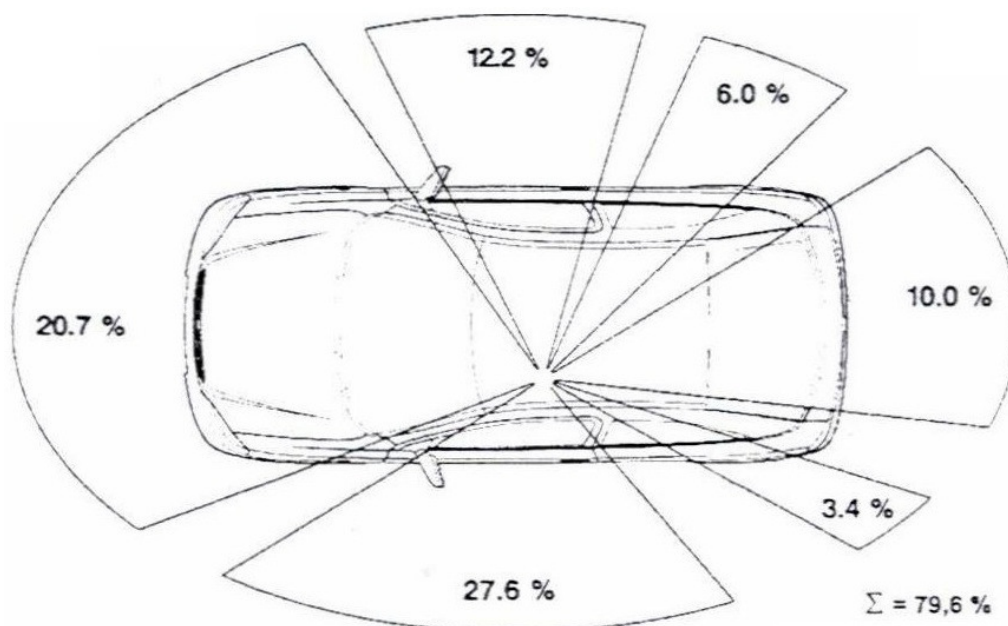
Nejdůležitější pro určení výhledu z vozidla je řidič. Všechny úhly se vztahují na jeho pozici; jejich název a znázornění je na Obr. 2. Pro názorné zobrazení výhledu z vozidla slouží i schéma výhledu z vozidla. Pro Opel Astra je na Obr. 3. U výhledu se rozlišují tři oblasti:

- Zorné pole je část prostoru, kterou je oko schopné v nehybné poloze zachytit. Monokulární pole každého oka je asi 150° a částečně se překrývají, tím vzniká binokulární pole, které je asi 120° . Zbýlých 30° monokulárního vidění se nazývá temporální srpek (Obr. 4).
- Pohledové pole znázorňuje oblast, kterou vidíme, když nehýbeme hlavou, ale jen okem.

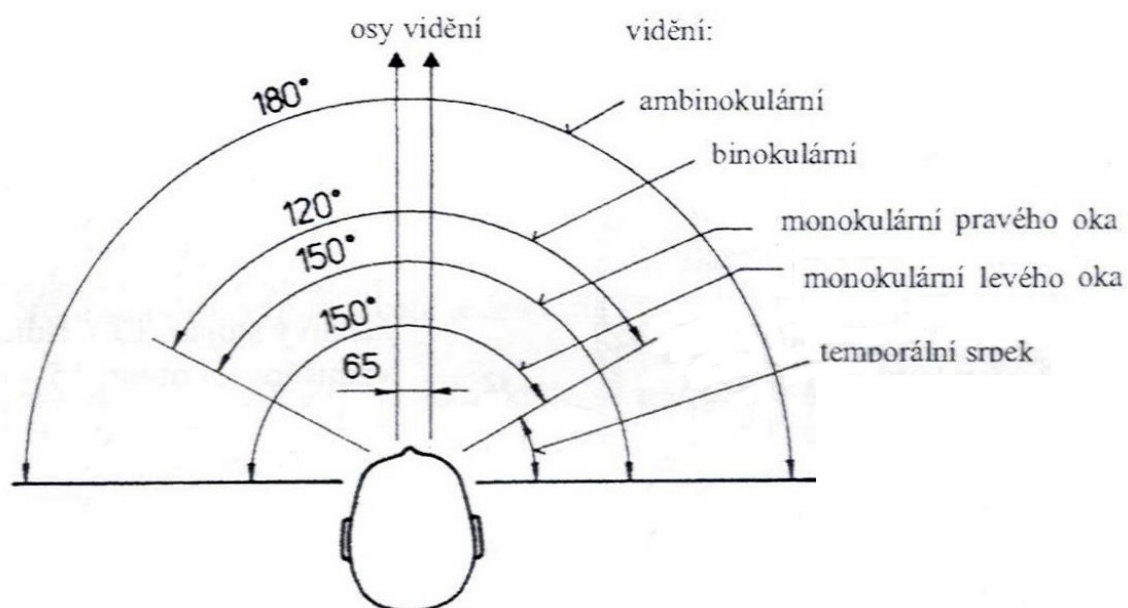
Rozhledové pole zahrnuje i pohled při otáčení hlavou. [1]



Obr. 2: Výhled z vozidla a úhly výhledu. [1]



Obr. 3: Schéma výhledu z vozidla (Opel Astra). [1]



Obr. 4: Pole vidění. [1]



2.6 ERGONOMIE

Ergonomie je věda zabývající se přizpůsobení pracovního prostředí ke zlepšení podmínek z hlediska fyzických a duševních možností člověka. Smyslem je, aby předměty svým tvarem odpovídaly pohybovým možnostem lidského těla. [11]

U projektování karoserie se vychází z nejnovějších poznatků ergonomie, jelikož požadavky na míru aktivní bezpečnosti a kvalitu komfortu jsou veliké a kladou velké nároky i na přístroje a ovladače, které řidič sleduje nebo ovládá. Z těchto poznatků se pak vychází při konstrukci vnitřního prostoru a určuje podmínky pro umístění osob ve vozidle. Z hlediska ergonomie se při vytváření jedná o tyto body:

- zajištění správného sezení a umístění ovládacích prvků,
- zajištění fyziologicky správného podepření těla,
- určení vhodných ovládacích sil a pohybů,
- vhodné vytvoření a uspořádání kontrolních přístrojů,
- zajištění dobrého vidění a signalizace,
- snížení vibrací a hluku a
- zajištění pasivní bezpečnosti karoserie.

Cílem ergonomie je přizpůsobit prostředí tak, aby byla pro člověka co nejbezpečnější a nemusel při činnosti vynaložit velké úsilí. [1]



3 PASIVNÍ BEZPEČNOST

Pasivní bezpečnost jsou veškerá opatření ke zmenšení následků nehody. [1] Jinými slovy řečeno, pokud prvky aktivní bezpečnosti nemohou zabránit nehodě a dojde k nárazu, pak nastupují prvky pasivní bezpečnosti neboli zádržné systémy vozidla. Pasivní bezpečnost vozidla je tedy souhrnem konstrukčních opatření k ochraně jak cestujících ve vozidle, tak všech účastníků nehody před mechanickými a biomechanickými poraněními. Počáteční a okrajové podmínky prvků pasivní bezpečnosti jsou nastaveny tím způsobem, aby cestující ve vozidle přežili, a to i se zraněním, které je nicméně neohrožuje na životě. Zároveň musí být podmínky prvků takové, aby dále nezhoršovaly závažnost poranění. [12]

3.1 VNĚJŠÍ

Vnější pasivní bezpečnost se zabývá vnějším provedením vozidla. Jejím účelem je snížení rozsáhlosti zranění ostatních účastníků dopravy. Jedná se zejména o zaoblení vnějších hran, nárazníky, deformační vlastnosti předě, zamezení podjetí osobního auta pod nákladní, absorbéry nárazové energie, kliky, závěsy, raménka stěračů, kryty kol, mřížky, vstupní otvory pro vzduch a ochranné systémy při srážce s chodcem. Zámky a závěsy dveří musí při bočním nárazu zabránit vytržení dveří a při čelním nárazu zabránit jejich vzpříčení. V konstrukci dveří jsou lisované profily a polštáře, které při nehodě absorbují energii. [1]

3.2 VNITŘNÍ

Vnitřní bezpečnost se na druhou stranu zabývá prvky, které zmenšují nebo zabraňují zranění posádky vozidla. Vnitřní bezpečnost se dělí na pět okruhů, které řeší deformovatelnou před a zad, ochranu proti dalšímu nárazu, zachování prostoru pro přežití, ochranu proti vymrštění osob a ochranu proti požáru. Ochrana proti dalšímu nárazu zahrnuje zádržné systémy, hlavové opěrky, deformovatelné uložení volantu a vnitřní vybavení interiéru. U zachování prostoru pro přežití musí auto projevit určitou odolnost karoserie při převrácení, při bočním i čelním nárazu a při posunutí nákladu. Při ochraně proti vymrštění osob musí být zámky a závěsy dveří dostatečně kvalitní, aby při nárazu nedošlo k jejich otevření. Dále zádržné systémy, tj. bezpečnostní pásy, musí vydržet zatížení, které při nehodě působí. Skla musí být z bezpečnostního skla, které se skládá ze tří vrstev (sklo-fólie-sklo), aby při jejich rozbití nedošlo k poranění. [1]

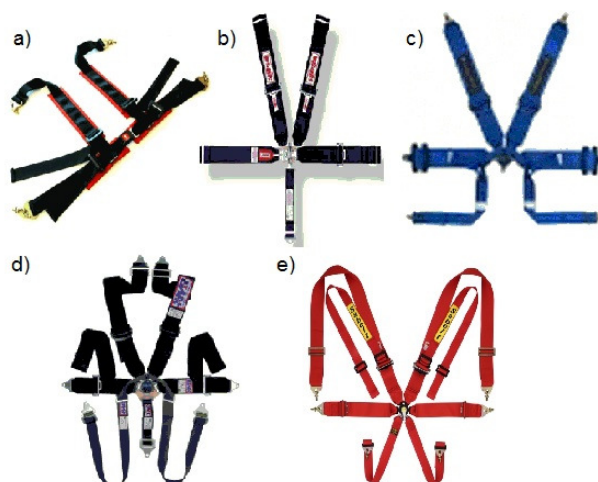


3.3 ZÁDRŽNÉ SYSTÉMY

Zádržný systém má za úkol zajistit cestující při zpoždování vlivem nárazu. Zádržné systémy se dělí na aktivní, které musí cestující obsluhovat sám, a pasivní, tedy ty, které jsou připraveny k funkci bez obsluhy. Nejpoužívanější systémy jsou bezpečnostní pásy a airbagy. [3]

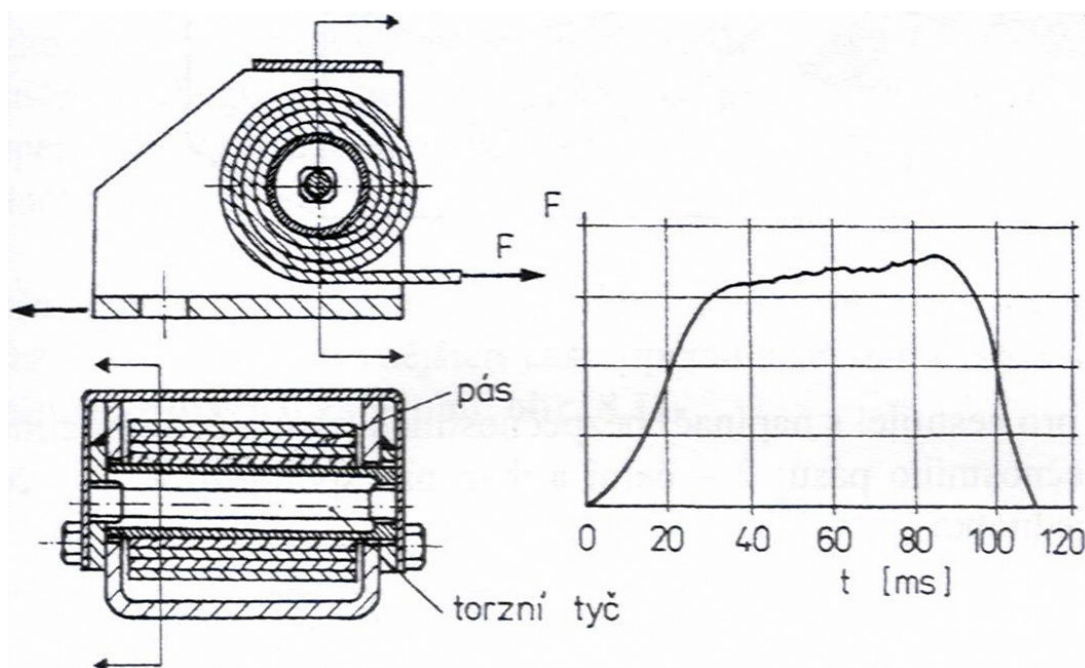
3.3.1 BEZPEČNOSTNÍ PÁSY

Bezpečnostní pásy se rozdělují podle počtu bodů, jimiž je cestující připoután, na dvou až osmi bodové. Jako nejčastější typ bezpečnostních pásů u osobních automobilů se používá samonavíjecí aktivní tříbodový pás, zatímco břišní dvoubodové pásy se vzhledem k efektu „zavíracího nože“ používají zřídka. Čtyřbodové pásy se používají výhradně u závodních a sportovních automobilů rallye. Pětibodové pásy jsou standardně u dětských autosedaček a u závodních automobilů. Šestibodové používají v amerických automobilových závodech NASCAR a sedmibodové jsou k vidění hlavně u formulí F1 (Obr. 5). Pro uzávěr aktivních pásů se používá tlačítkové ovládání; je-li zámek pásu v určité poloze, je jeho jednoruční obsluha snadná.



Obr. 5: Druhy bezpečnostních pásů: a – čtyřbodový, b – pětibodový, c – šestibodový, d – sedmibodový, e – osmibodový. [13], [14]

Při čelním nárazu na pevnou překážku rychlostí 50 km/h musí bezpečnostní pásy absorbovat energii, která je porovnatelná s energií, kterou dosáhne člověk při volném pádu ze 4. patra. Z biomechanického hlediska je důležité, aby síla v pásu nepřekročila určitou hodnotu. K tomuto účelu se používají omezovače síly v zádržném systému. Omezení zádržné síly je možné například plastickou deformací v navíječi, kde se deformuje torzní tyčka (Obr. 6), nebo speciálním švem v bezpečnostním pásu.



Obr. 6: Omezovač síly v bezpečnostním pásu s torzní tyčkou. [3]

U samonavíjecího pásu je pás neustále navíjen zpět a v případě nárazu dojde k jeho zablokování. Blokování se provádí dvěma způsoby, a to:

- vykývnutí kyvadla – $0,4g$ – zpomalení vozidla a
- setrvačником – $0,6g$ – rychlé vytažení popruhu.

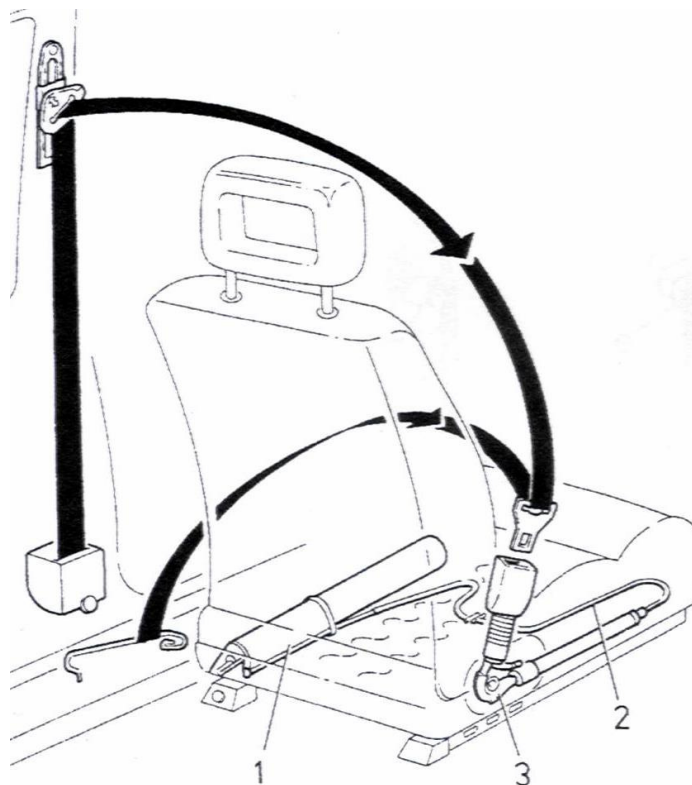
Pasivní popruhové systémy jsou po usednutí cestujícího uvedeny do provozu, kdy ho automaticky obepnou. Tyto jsou technicky náročné, jelikož vznikají problémy s provedením pánevního pásu. Pasivní popruhový systém tvořený diagonálním pásem, doplněným o kolenní polštářek je technicky jednodušší. Po zavření dveří automaticky připoutá cestujícího.

Ke zmenšení dopředného pohybu cestujícího v případě čelního nárazu se používá předepnutí bezpečnostních pásů. To také dává větší prostor a čas na rozvinutí airbagů. Čidla při nárazu aktivují předpínače a ty jsou během 13 ms napnuty silou 3-5 kN. Předpínače mohou být:

- mechanické a
- pyrotechnické.

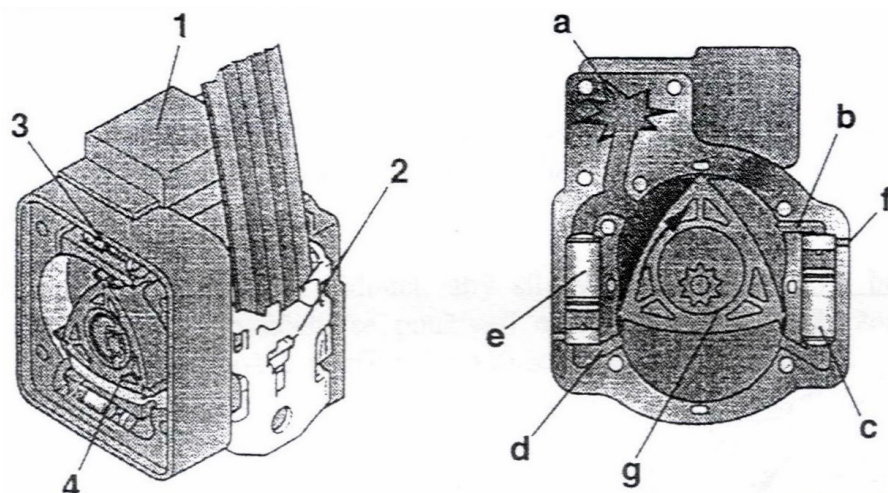


U mechanických napínačů Opel (Obr. 7) se aktivací bezpečnostního pásu zatáhne zámek pásu o 8 cm zpět pomocí předeprnuté pružiny přes bovden a zpětnou západku.



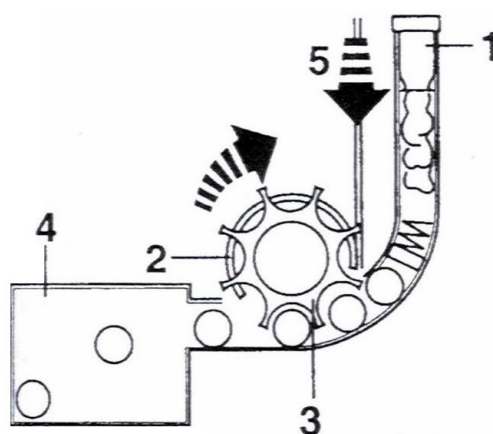
Obr. 7: Mechanický napínač pásu (Opel): 1 – zásobník síly (předeprnutá pružina), 2 – bovden, 3 – zpětná západka. [3]

Na Obr. 8 je znázorněno schéma pyrotechnického navíječe a napínače pro vůz Škoda Octavia. Napínač pracuje na principu rotačního pístu se třemi pracovními komorami a třemi plynovými generátory. Funkce napínače je spuštěna pomocí mechanického snímače při dosažení horních hodnot zpoždění vozu. Primární generátor je zapálen mechanicky pomocí úderníku a nárazového zapalovače. Expanze plynu rozpohybuje rotační píst. Dosažením prvního přepouštěcího a vypouštěcího kanálu nastane stávajícím pracovním tlakem zapálení sekundárního plynového generátoru, opět pomocí úderníku. Tlak plynu znovu pootočí píst a při dosažení druhého přepouštěcího a vypouštěcího kanálu se proces zopakuje zapálením terciárního plynového generátoru. Píst se tím pootočí do poslední, dolní úvratí. Napnutí pásu nastane během 13 ms a pás se navine asi o 12 cm.



Obr. 8: Pyrotechnický napínač bezpečnostních pásů a schéma funkce napínače (Škoda-VW): 1 – mechanický spouštěč, 2 – navíjecí mechanismus, 3 – primární generátor, 4 – rotační píst; funkce napínače: a – zapálení primárního plynového generátoru, b – první přepouštěcí kanál, c – sekundární plynový generátor, d – druhý přepouštěcí kanál, e – terciální plynový generátor, f – vypouštěcí kanál, g – rotační píst. [3]

Pyrotechnický napínač Opel je zobrazen na Obr. 9. U něj expandující plyn uvádí do pohybu ocelové kuličky, které zapadají do ozubení cívky navíječe, roztáčí ji a navinují na ni bezpečnostní pás.



Obr. 9: Pyrotechnický předpínač (Opel): 1 – plynový generátor s pyropatronou, 2 – cívka bezpečnostního pásu, 3 – ozubené kolo, 4 – zásobník ocelových kuliček, 5 – bezpečnostní pás. [3]

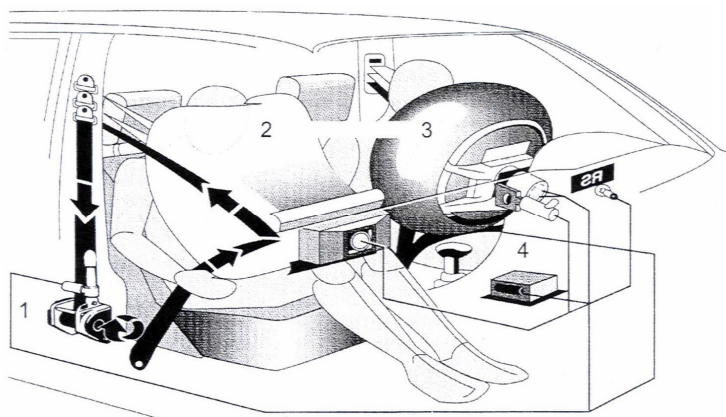
Vedle předpínačů hrudní větve bezpečnostních pásů existují varianty, které táhnou zámek bezpečnostního pásu dozadu – napínače zámku – a tím současně napínají hrudní i břišní větev. [3]

3.3.2 NAFUKOVACÍ VAKY – AIRBAGY

Airbag patří do pasivních zadržných systémů. Vzhledem k popruhovému systému má jednu nespornou výhodu, a to přímou ochranu hlavy před nárazem na vnitřní část vozidla.

Airbagy působí na horní část těla, zatímco dolní část je volná. Ta je chráněna kolenním polštářem nebo kolenním pásem.

Čelní airbagy jsou standardně u řidiče v hlavici volantu a u spolujezdce je zabudován v přístrojové desce (Obr. 10); mají za úkol chránit před poraněním hlavy a hrudníku, při nárazu do pevné překážky rychlostí do 60 km/h, a při čelním nárazu mezi dvěma automobily do relativní rychlosti 100 km/h.



Obr. 10: Zadržné systémy (Bosch): 1 – napínač bezpečnostního pásu, 2 – čelní airbag pro spolujezdce, 3 – čelní airbag pro řidiče, 4 – řídicí jednotka. [3]

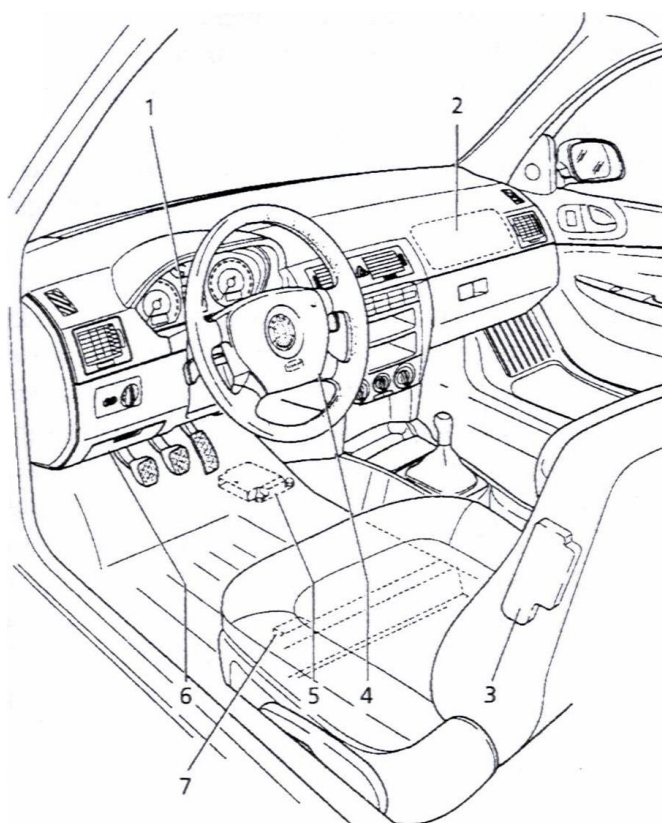
Airbagy jsou nafouknuty vyvíječi plynu po explozi roznětky po rozpoznání nárazu senzory. Aby byli cestující chráněni, musí být vzduchový vak plně nafouknut ještě před kontaktem s cestujícím. Po kontaktu horní části těla s airbagem se vak částečně vyprázdní výtokovými otvory a porézní tkaninou vlivem plošného tlaku; zpomalení absorbuje energii, kterou do něj chráněná osoba naráží. V tomto okamžiku už probíhá vypouštění vaku, aby se cestující nezadusil. Maximální dovolené dopředné posunutí, než se airbag nafoukne, činí cca 12,5 cm, což odpovídá 40 ms po začátku nárazu (náraz 50 km/h na pevnou překážku). Airbag je plně nafouknutý a částečně se vyprázdňuje za dalších 80 až 100 ms. Celý proces tak trvá o něco více než desetinu sekundy.

Nejlepší ochranný účinek pro cestující při čelním, přesazeném nebo šikmém nárazu se dosáhne odladěnou souhrou pyrotechnických, elektricky odpalovaných čelních airbagů a předpínačů bezpečnostních pásů, která je řízena ze společné řídicí jednotky. Ta jedním nebo dvěma snímači zrychlení měří příslušné nárazem vzniklé zpomalení, z toho vypočítává změnu rychlosti a musí rozhodnout, zda se mají airbagy aktivovat. Přitom se musí posoudit, zda se nejedná o náraz vzniklý během



servisu vozidla, jízdou přes výmoly, obrubník a další nerovnosti na silnici, ani při lehkých nárazech. Signály se proto zpracovávají v digitálních vyhodnocovacích algoritmech, ve kterých se parametry optimalizovaly pomocí dat získaných z crash-testů. Airbag nesmí být spuštěn ani při maximální deceleraci, kterou brzdy mohou vyvinout za běžných podmínek. Snímače zrychlení mohou být buď zabudovány jen v řídicí jednotce, nebo jsou navíc umístěné na vybraných místech levé a pravé strany karoserie.

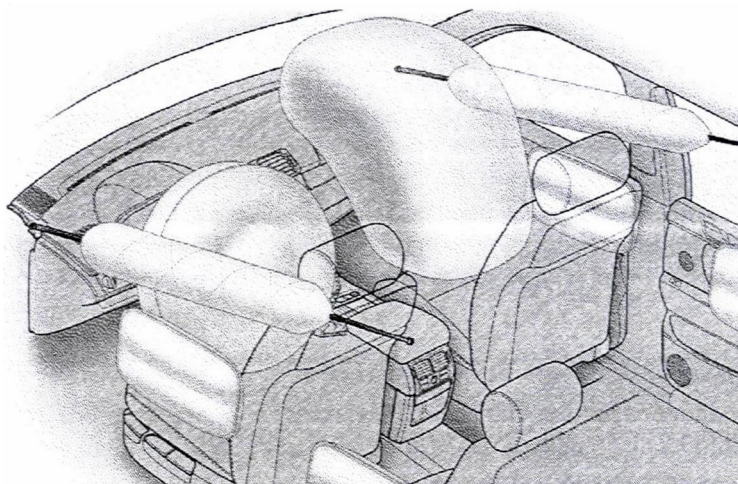
Ze všech nehod je jedna pětina bočních kolizí, které jsou tak druhým nejčastějším druhem nárazu. Pro tento případ se do automobilů instalují boční airbasy, které chrání hrudník a bederní partii cestujících na předních sedadlech. Jsou aktivovány při bočním nárazu za podmínek definovaných tímto způsobem: mezi aktivace je náraz odpovídající nárazu do nedeformovatelné bariéry rychlostí 28 km/h a vyšší. Jelikož u automobilů chybí boční deformační zóna, je nutné, aby čas na rozpoznání nárazu činil asi 3 ms a nafouknutí maximálně 10 ms. Boční airbag je umístěn ve vnější části sedadla nebo ve dveřích za výplní. Systém airbagů u Škoda Fabia je zobrazen na Obr. 11.



Obr. 11: Rozmístění systému airbagů (Škoda Fabia): 1 – kontrolka systému, 2 – modul čelního airbagu spolujezdce, 3 – modul bočního airbagu řidiče, 4 – modul čelního airbagu řidiče, 5 – řídicí jednotka, 6 – diagnostická přípojka, 7 – snímač bočního nárazu pro boční airbag. [3]

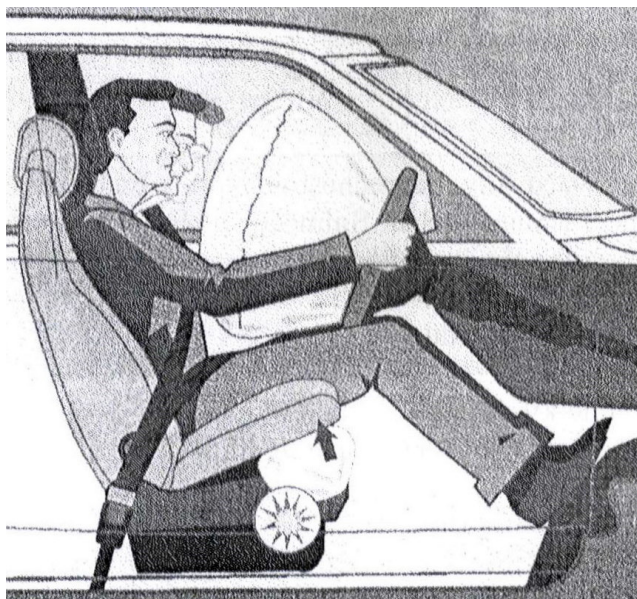


Okenní hlavový airbag chrání cestující při bočních nárazech, a tím doplňuje boční airbagy. Rozprostírá se od předního až po zadní střešní sloupek. Nafoukne se zároveň s bočními airbagy a zabraňuje nárazu hlavy do bočního skla. Také brání vniknutí střepů a dalších předmětů do interiéru. Je tvořen vzduchovými komorami, které se nafouknou během 25 ms. Na Obr. 12 se nachází rozložení čelních, bočních a hlavových airbagů u BMW.



Obr. 12: Čelní, boční (dvevní) a okenní (hlavové) airbagy ITS (Inflatable Tubular Structure) BMW. [3]

Protiskluzový airbag (Obr. 13) zamezuje podklouznutí pod bezpečnostním pásem a navíc podporuje účinnost čelního airbagu, jelikož udržuje cestující ve vzpřímené poloze. .



Obr. 13: Anti-sliding bag zamezující podklouznutí (Renault). [3]



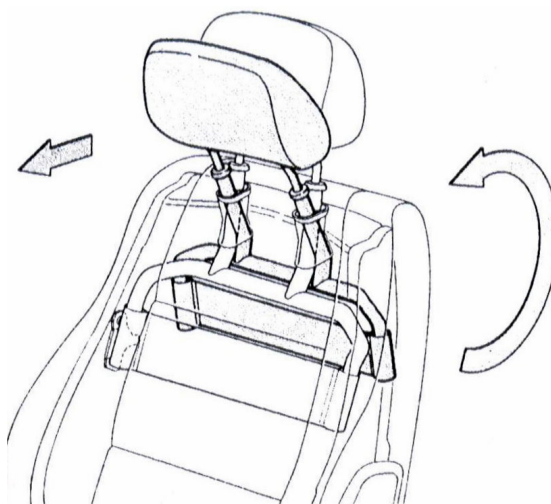
U „inteligentních airbagových systémů“ budou v budoucnosti čelní airbagy pro přizpůsobení zádržného účinku nehodové situace plněné ve dvou stupních. Nafukovací kritéria pro to jsou:

- závažnost nárazu,
- používání bezpečnostních pásů,
- pozice a hmotnost cestujícího,
- poloha sedadla a
- sklon opěradla sedadla. [3]

3.3.3 AKTIVNÍ HLAVOVÁ OPĚRKA

Největší riziko poranění krční páteře a míchy vzniká při nárazech zezadu. Ke snížení závažnosti tohoto poranění slouží aktivní hlavová opěrka (Obr. 14), která je zcela mechanizována pomocí pákového systému. Při nárazu je horní část těla uvedena do dopředného pohybu, kde je zachycena bezpečnostním pásem a aktivovaným airbagem, poté se tělo vrací zpět do sedadla a tlakem do něj aktivuje aktivní opěrku, která se naklopí směrem dopředu a vzhůru, a tím zkrátí volnou vzdálenost mezi hlavou a opěrkou, což výrazně sníží namáhání krční oblasti.

U aktivních opěrek druhé generace se nepohybuje jen hlavová opěrka, ale i celý zvlášť uložený vnitřní rám, který je součástí struktury opěradla. Díky pohybu tohoto rámu se celá horní část těla vzpřímí, což sníží nechtěné a nebezpečné posunutí těla po opěradle vzhůru do střechy, ke kterému dochází při nárazech zezadu. Plochý opěrný element skrytý ve struktuře opěradla, který při nárazu zaručuje pohyb opěrky dopředu, byl přesunut z oblasti ramen dolů do pánevní oblasti. Zjistilo se totiž, že tato část těla začne do opěradla tlačit o něco dříve. [3] .



Obr. 14: Aktivní hlavová opěrka se při nárazu naklopí směrem dopředu. [3]



3.3.4 OCHRANNÉ SYSTÉMY PŘI PŘEVŘÁCENÍ

U kabrioletů a automobilů bez střechy je nutné, aby zde při převrácení pomohlo ochranné zařízení. Jako takové zařízení může sloužit rám předního okna, pevný oblouk za zadními sedadly, zasouvací oblouky nebo integrované výsuvné opěrky hlavy. Pro rozpoznání nebezpečí a spuštění ochrany při převrácení existují dvě podmínky:

- Jeden snímač v podélném a jeden v příčném směru zaznamenávají zrychlení. Mikropočítač zpracuje data a porovná výsledné zrychlení s nastaveným prahem o hodnotě cca 5g.
- Druhá podmínka vychází ze sklonu vozidla. Je-li sklon 27° a více a alespoň jeden z obou snímačů propružení kol nápravy vyslal signál o úplném propružení nápravy (obě kola ztratila kontakt s vozovkou).

Pokud je jedna z těchto podmínek splněna, systém se aktivuje. [3]



4 KOMFORTNÍ SYSTÉMY

Jsou vozidlové systémy, které zvyšují pohodlí řidiče a celé posádky. Vývoj motorových vozidel vyžaduje využívání elektronických systémů, a to nejen přeměnou mechanických částí za elektronické, ale také odlehčením řidiče v nouzových i obvyklých situacích. Komfortní systémy se rozdělují do čtyř skupin:

- zajištění bezpečnosti vozidla,
- zvýšení komfortu ovládání,
- usnadnění řízení a
- zajištění pohodlí posádky. [3]

4.1 ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI VOZIDLA

Jelikož automobily jsou častým předmětem krádeží a jejich počet neustále roste, je nutné pracovat na jeho zabezpečení. V této kapitole rozeberu několik prvků, které napomáhají vyšší bezpečnosti proti odcizení. [3]

4.1.1 CENTRÁLNÍ ZAMYKÁNÍ

Centrální zamykání uzamyká všechny dveře a většinou s nimi i zavazadlový prostor a víko palivové nádrže. Je provedeno pomocí pneumatických nebo elektromotorických prvků. Pneumatické ovládání zajišťuje dvojčinné tlakové čerpadlo, poháněno elektromotorem. Zapíná se například zámkem dveří řidiče nebo dálkovým ovládáním, který vyšle signál do centrálního polohovacího spínače v interiéru vozidla, nebo na přání je možné ovládání z více míst. Signál z centrálního spínače nebo z kontaktů jednotlivých zámků jde do řídicí jednotky a odtud jde signál k ovládání servomotorů zámků.

Rozšířenější jsou elektromotorická centrální zamykání. Skládají se z malého elektromotoru s redukční převodovkou, který pohání ovládací táhlo. Signál zde putuje stejným způsobem jako u pneumatického provedení od dálkového ovládání přes centrální spínač do řídicí jednotky a dále k ovládání servomotorů. Při vybitém dálkovém ovládání musí jít dveře otevřít mechanicky klíčem a vnitřní klikou dveří. [3]

4.1.2 BEZKLÍČOVÉ OVLÁDÁNÍ

Zde se nejedná pouze o odemykání a zamykání bez pomoci klíče, ale klíč je zcela nahrazen chipovými kartami. PASE (Passive Start and Entry) je prvním systémem bezklíčového ovládání od firmy Siemens. Daimler Chrysler, pod který patří Mercedes-Benz, pojmenoval svůj systém Keyless-Go. Pokud se chcete dostat do automobilu vybaveným tímto systémem, musíte mít jeho chipovou kartu nablízku. Kliky dveří jsou opatřeny dotykovými čidly a zavazadlový prostor speciálním



tlačítkem; jakmile se jich dotknete, vyšlou chipové kartě signál o potvrzení identifikačního kódu. Pokud se jedná o stejný kód, jaký je uložený v paměti, dveře se automaticky odemknou. Startování se provádí také za pomoci této karty. Jestliže je karta uvnitř vozidla, stačí zmáčknout startovací tlačítko; je-li karta stejná, odemkne se blokování jízdy a motor nastartuje automaticky.

Narozdíl od výše uvedeného, karta od vozu Renault Laguna mající tvar kreditní karty, je vybavena dvěma tlačítky pro odemknutí a uzamknutí dveří. Uvnitř se karta zasune do čtecího zařízení a po jejím zkontrolování se odblokuje napájení a řízení. Startování se dále provádí po stlačení tlačítka Start/Stop. Pro vypnutí motoru se toto tlačítko stiskne po delší dobu a vytažením karty se znovu uzamkne řízení a spustí imobilizér.

Advanced key u Audi pracuje na stejném systému jako Keyless-Go, kdy jej stačí mít jen u sebe v kapse. Avšak je možné jej používat jako obyčejný klíč pro startování pomocí spínací skříňky. Po vysednutí z vozidla stačí stisknout uzamykací tlačítko na klice. Paměť systému Advanced key rozpozná až čtyři různé klíče.

Ve vývoji je také používání otisků prstů pro identifikaci. Kontaktní místo je složené z několika desítek tisíc snímacích elektrod. Tímto způsobem lze s přesností na tisícinu milimetru měřit otisk prstu. Software prozkoumá charakteristické znaky na digitalizovaném obraze a porovná je s uloženými parametry. [3]

4.1.3 IMOBILIZÉR

Imobilizér má za úkol zabránit nastartování i jízdu bez příslušného klíče nebo kódu, a tím chránit před neoprávněným užitím. Nejčastějším systémem je kódovaný klíč zapalování s tranzistorem. Imobilizér se aktivuje automaticky po vypnutí zapalování nebo může být v kombinaci s centrálním zamykáním, v tomto případě se obě zařízení synchronizují a postačuje jeden signál. Při aktivaci vyřadí několik zařízení nutných pro jízdu:

- spouštěcí zařízení,
- zásobování palivem,
- zapalování nebo přívod paliva ke vstřikovacímu čerpadlu.

U dieselových motorů se přívod paliva přerušuje pomocí konvenčního elektromagnetického ventilu na vstřikovacím čerpadle. [3]



4.1.4 ALARM

Alarm je varovné signální zařízení, které má za úkol spustit varovné signály při neoprávněném použití. Pokud jsou tyto prostory narušeny, spustí varovné signály:

- přerušované zvukové signály houkačkou maximálně po dobu 30 s;
- optické blikavé signály směrovými světly po dobu maximálně 5 min nebo blikání tlumenými světly po 30 s.

Varovná zařízení se skládají z modulů:

- základní systém (poplach při neoprávněném otevření dveří, zavazadlového prostoru nebo kapoty motoru, při neoprávněné demontáži autorádia, pokusu o nastartování nebo rozbití okna),
- ochrana vnitřního prostoru ultrazvukem,
- ochrana kol a
- ochrana proti odtažení vozidla.

Zapnutí nebo vypnutí se provádí infračerveným nebo rádiovým dálkovým ovládáním, která pracují s individuálně kódovanými signály. LED dioda značí blikáním, že alarm je v provozu, což možné pouze při vypnutém zapalování.

Ultrazvuková ochrana vnitřního prostoru funguje na bázi uzavřeného ultrazvukového pole uvnitř automobilu. Jakákoli změna fázové polohy, frekvence nebo amplitudy spustí alarm.

U ochrany kol a proti odtažení vozidla se při zastavení a spuštění poplašného zařízení zaznamená pomocí snímačů polohy nulová poloha a při nastavené mezní změně této polohy se spustí alarm. [3]

4.2 ZVÝŠENÍ KOMFORTU OVLÁDÁNÍ

Další kapitolou komfortních systémů je jednoduchost ovládání přístrojů. Tyto ovládací systémy mají řidiči pomoci k nastavení prvků tak, aby mu co nejlépe vyhovovaly a při jejich vykonávání vynaložil co nejmenší námahu.

4.2.1 NASTAVENÍ VOLANTU

V dnešní době se u volantu dá nastavit jeho poloha. Jedná se o mechanické nebo elektronické výškové a délkové nastavení polohy. U elektrického seřizování polohy volantového hřídele se jedná o 55 mm délkového a 50 mm výškového nastavení. U některých automobilů může být poloha uložena do paměti spolu s nastavením sedadel a zpětných zrcátek. Při vypnutí motoru nebo zastavení s běžícím motorem a zatažení ruční brzdy se při otevření dveří volant vrátí do horní polohy pro usnadnění vystupování. [3]

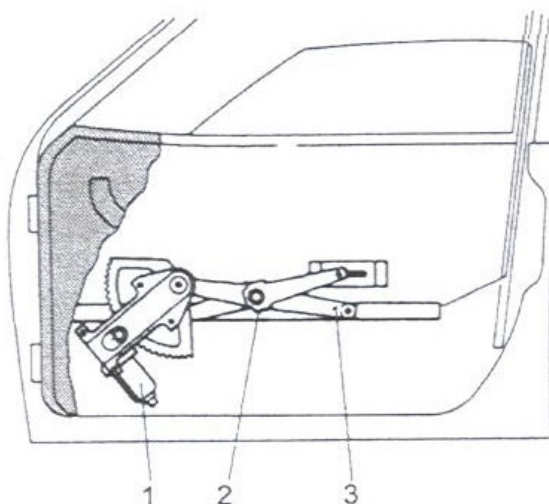


4.2.2 NASTAVENÍ SEDADEL

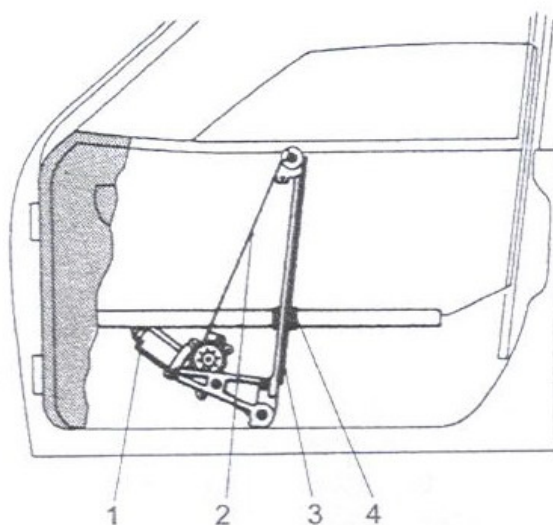
U některých sedadel lze elektricky nastavit jeho polohu, výšku, bederní opěrku, sklon sedáku a opěradla a k tomu polohu vnějších zrcátek. Dále někdy jde elektricky nastavit výšku opěrek hlavy, výšku bezpečnostního pásu a polohu volantu. Všechna tato nastavení lze poté uložit do paměti a posléze je znovu vyvolat. Tato nastavení mohou být i přiřazeny k danému klíči a při odemknutí se automaticky aktivují. [1]

4.2.3 OVLÁDÁNÍ OKEN

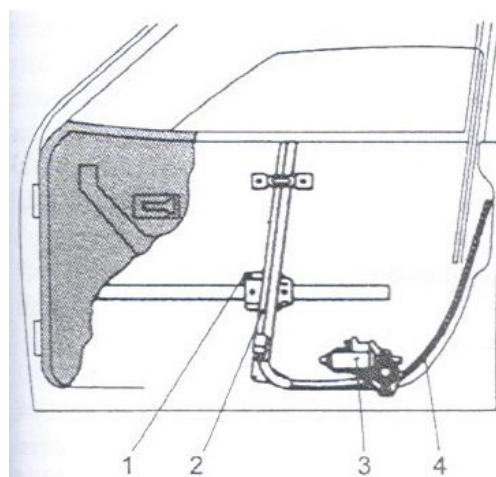
Ovládání oken je možné dvěma způsoby. Mechanické ovládání klikou ve dveřích začíná být pomalu nahrazováno elektrickým tlačítkovým ovládáním. Funkce „One touch“ u elektricky ovládaných oken znamená, že se okno otevře nebo zavře na jeden dotek – kolébkový spínač ovládání se nemusí držet po celou dobu. Systém může být propojen na centrální zamykání a při zamčení vozidla se i všechna okna uzavřou. Prostor pro mechanismus je dveřmi omezen na ploché motory. Redukční převodovka je samosvorná, tím nedojde k samovolnému nebo násilnému otevření okna. Používají se tři systémy pohonů. Nejčastější systém je s kloubovým mechanismem (Obr. 15) spojeným s ozubeným segmentem, který je poháněn elektromotorem přes čelní ozubené kolo. Další systémy jsou s lanovodem (Obr. 16) a s kabelem tuhým na tah a tlak (Obr. 17). [3]



Obr. 15: Ovládání okna pomocí kloubového mechanismu: 1 – elektrický motor s převodem, 2 – vodící kolejnice, 3 – kloubový mechanismus. [3]



Obr. 16: Ovládání okna pomocí lanovodu: 1 – elektrický motor s převodem, 2 – ovládací lanko, 3 – vodící kolejnice, 4 – unášec. [3]



Obr. 17: Ovládání okna pomocí ovládacího kabelu: 1 – elektrický motor s převodem, 2 – vodící kolejnice, 3 – unášec, 4 – ovládací kabel. [3]

4.3 USNADNĚNÍ ŘÍZENÍ

Komfortní systémy k usnadnění řízení vozidla pomáhají snížit potřebnou sílu k řízení a zvýšit aktivní bezpečnost.

4.3.1 POSILOVAČ ŘÍZENÍ

Posilovač řízení napomáhá lidské síle při ovládání automobilu. Používají se tři druhy posilovačů:

- hydraulické servořízení HPS (Hydraulic Power Steering),
- elektrohydraulické servořízení EPHS (Electrical Hydraulic Power Steering) a
- elektronické servořízení EPS (Electrical Power Steering).



Hydraulický posilovač funguje na přepouštění oleje na levou či pravou stranu pístu, který je spojen s ozubenou tyčí řízení, podle smyslu otáčení. Posilovací účinek závisí na kroutícím momentu torzního prvku na pastorku řízení, z čehož plyne, že čím je potřebná síla k zatočení větší, tím více se zkroutí torzní prvek, a tím větší je posilovací účinek. U Servotronic se posilovací účinek mění v závislosti na rychlosti vozidla. Toto zařídí, že síla vyvinutá na parkování je stejná jako při rychlé jízdě.

Elektrohydraulický posilovač zrychluje reakční dobu řízení a zaručuje perfektní ovládání. Jeho čerpadlo je poháněno od elektromotoru a velikost ovládacích sil se mění podle naprogramované charakteristiky.

U elektrického servořízení pracuje na měření úhlu natočení volantu a momentu na volantu a mezi redukční převodovkou a převodovkou řízení je měřen moment v řízení. [3]

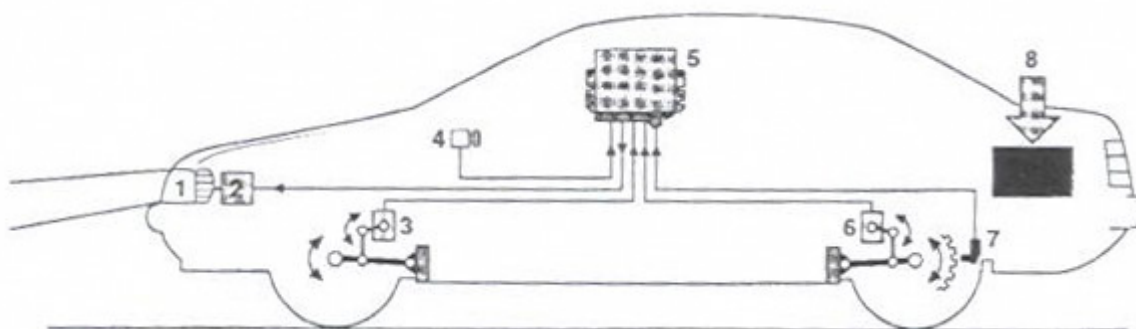
4.3.2 ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY

Podle studií v noci a při špatné viditelnosti klesá vizuální vnímavost řidiče až na 4%, proto je kvalitní osvětlení důležitou součástí bezpečnosti provozu. V zatáčkách se ovšem často stane, že při změně směru světla svítí mimo vozovku. Zabránit tomuto jevu pomáhají adaptivní světlomety, které můžou světla natočit maximálně o 15° na obě strany a tím osvětlit i prostor v zatáčce. Natáčení řídí elektronika; směr, šířka a výška svazku světla se mění v závislosti na rychlosti jízdy, natočení kol a úhlu natočení volantu. Systém natáčení světel může být, tak jako u BMW, napojen na GPS, sledovat trasu před vozidlem a zareagovat ještě před zatáčkou. Systém také sleduje, jestli jede v obci nebo mimo obec, a tím i nastavuje paprsek světla, kdy v obci je paprsek široký, aby osvětlil co nejširší prostor, a po vyjetí z obce se postupně zúží a prodlouží se jeho vzdálenost.

Je také zjištěno, že při průjezdu zatáčkou při denním světle má řidič dohled 38 m. Při adaptivních xenonových světlech má dohled 36 m, ovšem při adaptivních halogenových světlech už je dohledová vzdálenost jen 27 m a při fixovaných halogenových světlech pouze 24 m. Zde je tedy vidět určitý pokrok.

Součástí adaptivních světlometů může být i odbočovací asistent, který je v současné době na přání instalován do světlometů. Ten při určité rychlosti (Audi do 70 km/h, Opel do 40 km/h) a zapnuté směrovce zapne i přídatný světlomet, který osvětluje oblast do strany, kam automobil směřuje. Světla mají dosah asi 30 m, a tím řidič dostává přehled o prostoru, kam se chystá odbočit. [1]

Při změně statického zatížení vozidla rozložením hmotnosti osob a nákladu nebo dynamickými účinky vlivem zrychlování nebo zpomalování se díky automatické regulaci dosahu světlometů mění dosah xenonových a bi-xenonových světlometů. Výhodou je, že dosah světla zůstává konstantní (Obr. 18). [1]



Obr. 18: Automatická regulace dosahu světlometů: 1 – světlomet, 2 – nastavovač, 3 – snímač světlé výšky na přední nápravě, 4 – vypínač světel, 5 – elektronická řídicí jednotka, 6 – snímač světlé výšky na zadní nápravě, 7 – snímač otáček kola, 8 – užitečné zatížení. [1]

Adaptivní světlomety plní následující funkce:

- natáčení do zatáčky, kdy se adaptivní světlomety natočí až o 15° směrem do zatáčky,
- jízda mimo město a po dálnici, tehdy je paprsek světla užší, prodloužený a je zvýšen i světelný výkon žárovky,
- při jízdě městem je světlo zkráceno a rozšířeno do co největší šířky a
- u odbočování na křižovatce je zapnut ještě i přídatný světlomet. [3]

4.3.3 AUTOMATICKÉ STÍRÁNÍ OKEN

Pokud začíná pršet nebo se na skle objeví nějaká vlhkost, automaticky se pomocí dešťového snímače spustí stěrače. Ten funguje na principu odrazu světla z LED diody, kdy se od skla odráží její paprsek, a pokud je sklo suché, zachytí jej fotodioda celý. Voda intenzitu odrazu světla snižuje, a tím se do diody nevrací celý paprsek; v tu chvíli fotodioda předá informaci řídicí jednotce a ta spustí stěrače. [1]

4.4 ZAJIŠTĚNÍ POHODLÍ POSÁDKY

Tyto prvky udržují řidiče i celou posádku pokud možno v konstantních teplotních podmínkách. V létě v chladnu a v zimě v teple.

4.4.1 VĚTRÁNÍ

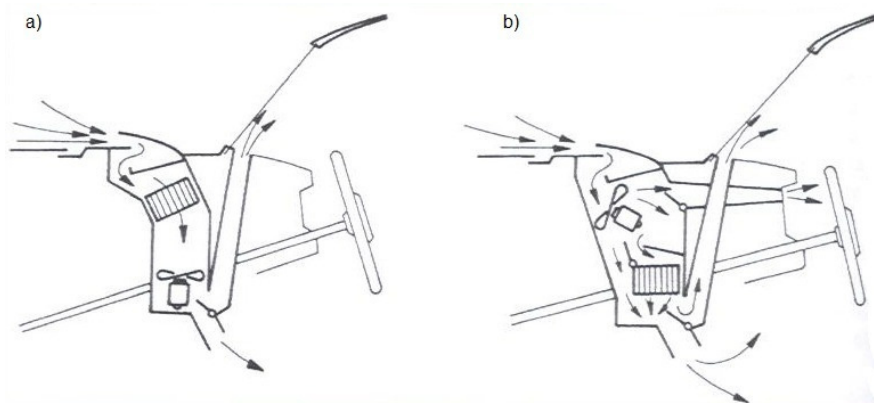
Větrací soustava u automobilů slouží k výměně vzduchu v prostoru automobilu a odstranění škodlivin jako CO₂, CO, vlhkého vzduchu a jiných pachů. Podle vyhlášky Ministerstva dopravy ČR je nutná dodávka čistého čerstvého vzduchu 45 m³/h. Venkovní vzduch je filtrován od škodlivých látek a prachu. Rychlost větraného vzduchu nesmí překročit 0,5 m/s, a pokud lze rychlost a směr větrání regulovat,



povoluje se rychlost větší. Větrací systém musí být přetlakový, aby nedocházelo k vnikání prachu a v zimě studeného vzduchu. Rozmístění otvorů k proudění vzduchu musí být takové, aby nedocházelo k víření vzduchu. [3]

4.4.2 VYTÁPĚNÍ

Vytápění má své využití při chladném počasí a v zimě, kdy pomocí něj zvyšujeme teplotu uvnitř vozidla, aby nedošlo k podchlazení člověka. Pomáhá také při námraze nebo rose na skle. Teplý vzduch by měl být rozdělován do celého prostoru a měl by být přiváděn hlavně na spodní část těla, aby nedošlo k přehřátí hlavy. Vytápění může být závislé, užíváné hlavně u osobních automobilů, nebo nezávislé. Závislé topení je regulováno dvěma způsoby, buď přiváděním chladicí kapaliny do výměníku (Obr. 19a) nebo smícháním studeného vzduchu s teplým (Obr. 19b). [3]



Obr. 19: Systém regulace vytápění: a) regulace na straně vody, b) regulace na straně vzduchu. [3]

4.4.3 KLIMATIZACE

Klimatizace na druhou stranu pomáhá snižovat teplotu v letních dnech, kdy jsou vysoké teploty. Pomáhá také od vlhkého vzduchu, a tím přispívá k odmlžování oken. Ve výparníku je vzduch chlazen chladicí se kapalinou. Jsou dva druhy klimatizací – mechanická, kdy se otočným ovladačem volí teplejší nebo chladnější vzduch. Automatická klimatizace naopak umožňuje nastavit konkrétní teplotu, která je celou dobu udržována. Dvouzónová klimatizace dovoluje nastavit teploty pro přední a zadní sedadla zvlášť. Třízónová rozděluje prostor na řidiče, spolujezdce a zadní sedadla, načež čtyřzónová ještě rozděluje zadní sedadla na polovinu. [3]

Atermické sklo se vyznačuje vrstvou oxidu kovu, která odráží až 35% infračerveného záření na rozdíl od tónovaných skel, která infračervené paprsky absorbují. To umožňuje snížení teploty ve vozidle až o 6°C a teplotu přístrojové desky o 30°C. Díky tomuto je klimatizace úspornější a rychleji působí. [1]



5 CRASH TESTY

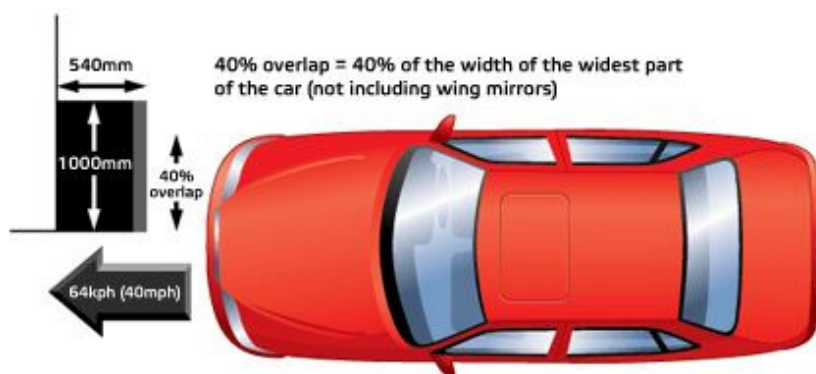
Jak již bylo řečeno, Crash testy provádí nezávislé konsorcium EuroNCAP. Zabývají se testováním bezpečnosti automobilů jak pro osoby uvnitř, tak i v jeho okolí a následně hodnotí jejich celkovou bezpečnost.

5.1 TYPY TESTŮ

Pro tato hodnocení mají několik druhů testů, kdy se každý zabývá jinou částí automobilu. Na každém automobilu se provedou všechny testy a body se poté sečtou do celkového skóre.

5.1.1 ČELNÍ NÁRAZ

Každé testované auto je vystaveno přesazenému nárazu (Obr. 20) do nepohyblivého bloku vybaveného deformovatelným hliníkovým čelem, jako nahrazení deformace druhého automobilu. Náraz simuluje čelní střet dvou vozidel podobné hmotnosti, a tím nahrazuje nejčastější silniční havárii, která vede k vážným až smrtelným nehodám. Téměř u všech čelních nehod se nejedná o náraz celou šířkou vozu. Zde naráží 40% šířky nejširší části automobilu bez zrcátek na blok a je těžkou zkouškou schopnosti vozu zvládnout náraz, aniž by došlo k vniknutí do prostoru vozidla, protože kontakt mezi cestujícími a deformujícími částmi vozu jsou hlavní příčinou životu nebezpečných zranění. Zkušební rychlost je 64 km/h, což představuje srážku dvou automobilů jedoucích přibližně 55 km/h. Rozdíl v rychlostech činí absorbování energie deformovatelnou částí bariéry. Výzkum zabývající se nehodami ukázal, že právě tato nárazová rychlost pokrývá významnou část těžkých nehod. [15]

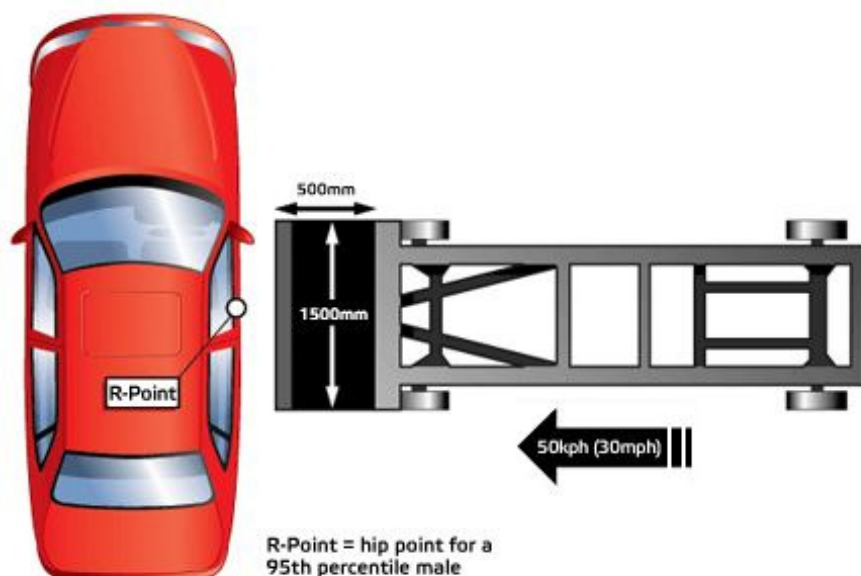


Obr. 20: Čelní náraz. [15]



5.1.2 BOČNÍ NÁRAZ

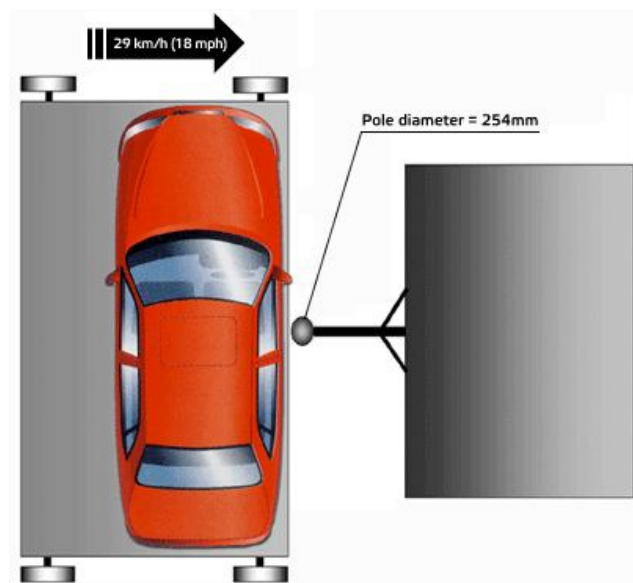
Druhým nejdůležitějším testem je boční náraz. Euro NCAP provádí tento typ nárazu pomocí MDB (Mobile Deformable Barrier) - pohyblivé deformační bariéry. Ta naráží do řidičových dveří rychlostí 50 km/h (Obr. 21). Bod R značí polohu kyčle u 95% mužů. Ačkoli je obtížné posoudit úroveň ochrany proti deformaci do interiéru, zjištění, jak se bok auta deformuje, je důležité. EuroNCAP sleduje velký pokrok při ochraně proti těmto nárazům. [16]



Obr. 21: Boční náraz. [16]

5.1.3 BOČNÍ NÁRAZ DO SLOUPU

Zhruba čtvrtina všech smrtelných zranění se stane při bočním nárazu do pevného úzkého předmětu, například stromu nebo sloupu. Pro tyto případy se provádí zkouška bočního nárazu do sloupu. V testu je vůz poháněn rychlostí 29 km/h bokem na tuhý sloup o průměru 254 mm (Obr. 22). Ten je poměrně úzký, a proto dochází k závažnému vniknutí. Pokud vozidlo není vybaveno hlavovým airbagem může dojít k nárazu hlavy do sloupu, a způsobit tak závažné poranění. Před rokem 2009 se prováděli zkoušky na prokázání účinnosti systému ochrany hlavy, pokud byl namontován. Test se zaměřoval pouze na hlavu a výsledek byl použit k zvýšení skóre u bočního nárazu. Od roku 2009 je test povinný a zahrnuje hodnocení i na jiných částech těla, u kterých by mohlo dojít k úrazu, jako je hrudník a břicho. [17]



Obr. 22: Boční náraz do sloupu. [17]

5.1.4 OCHRANA DĚTÍ

U ochrany dětí se používá čelního a bočního nárazu na bariéru. Figuríny představující 18 měsíční a 3 leté děti jsou posazeny na zadní sedadla do dětských sedaček doporučených výrobcem vozu. Hodnocení záleží na schopnosti ochrany, ale také na přiložených informacích, čímž se rozumí zejména varovné značení k vypnutí airbagu, a na jednoduchém nainstalování sedačky. [18]

5.1.5 SRÁŽKA VOZIDLA S CHODCEM

Testy pro ochranu chodců jsou prováděny při rychlosti 40 km/h (Obr. 23). Provádí se na dítěti i na dospělém člověku. I když je možné určit bod, kde se noha chodce střetne s nárazníkem, je nemožné kontrolovat místo, kde dopadne jeho hlava. Proto se provádí testy pro nohy a hlavu zvlášť, kdy u nohou jde o náraz na nárazník a hranu kapoty, kdežto u nárazu hlavy o horní část kapoty. [19]



Obr. 23: Srážka vozidla s chodcem: Leg – noha, Upper leg – stehno, kyčel, pánev, Child head – hlava dítěte, Adult head – hlava dospělého člověka . [19]



5.1.6 KONTROLA BEZPEČNOSTNÍCH SYSTÉMŮ

Kontrola bezpečnostních systémů se dále dělí na tři podskupiny:

- kontrola ESC,
- kontrola zapnutých pásů a
- kontrola systému omezovače rychlosti.

ESP (ESC) se hodnotí pomocí schopnosti zatáčení, kdy při rychlosti 80 km/h dochází k náhlému zatáčení volantem do 270°. Automobil projde testem pokud splní tři kritéria. U prvního se musí automobil při zatočení volantem bočně posunout minimálně o 1,83 m. Další dvě kritéria hodnotí, jestli automobil po tomto manévru zůstal stabilní. [20]

U kontroly bezpečnostních pásů se provádí celá řada testů na kontrolu hlasitosti a trvání zvukového signálu a také viditelnost varovné kontrolky. [21]

EuroNCAP momentálně hodnotí dva druhy systému pro kontrolu rychlosti. Jedny mohou být nastaveny řidičem a aktivně brání autu překročit tuto rychlost, zatímco druhé jen varují o překročení nastavené rychlosti. Hodnotí se jednoduchost nastavení a vypnutí a také informování řidiče ohledně nastavené rychlosti a jejím překročení. V budoucnu budou k dispozici systémy, které automaticky zjistí povolenou rychlost v dané části a omezí podle toho rychlost automobilu. [22]

5.1.7 NÁRAZ ZE ZADU

Dojde-li při nehodě k hyperflexi krku, tj. velkému prohnutí krčních obratlů, může dojít k dlouhodobé bolesti a oslabujícím příznakům na mnoho let. Ačkoli není neobvyklý u čelních a bočních nárazů, nejčastěji se objevuje u nárazů zezadu při nízkých rychlostech. Tyto poranění se těžce rozpoznávají i léčí a odhaduje se, že v Evropě stojí jeho léčení ročně 10 miliard. Kvůli těmto "problémům" EuroNCAP zavedla test nárazu zezadu. Zatímco není zcela známo, jak úrazy vznikají, je známo, že tvar sedadla a opěrky hlavy může mít vliv na vznik poranění. Tento test se provádí tak, že sedadlo je umístěno na saních a je podrobena nízkému, střednímu a vysokému nárazu. [23]



5.2 FIGURÍNY

Figuríny, které se používají při crash-testech se jmenují Hybrid III a EuroSID II (ES-2) (Obr. 24). Zaujímají místa řidiče a spolujezdců, aby poskytly přehled o možném průběhu nehody. Mají ocelovou konstrukci potaženou gumou a jsou vybaveny snímači. Jedna figurína stojí přes 100 000 eur.



Obr. 24: Figuríny Hybrid III a ES-2. [24]

Hlava je vyrobena z hliníku a pokryta gumou. Ukrývají se v ní 3 snímače zrychlení vzájemně v pravém úhlu, každý z nich předává data o vzniklých silách a zrychleních, kterým je mozek vystaven při srážce. V krku jsou zabudovány přístroje měřící ohybové, smykové a tahové síly během nárazu. Ramena se při nárazu pohybují nekontrolovatelně a i když u nich nedochází k vážným zraněním, je obtížné jim celkově zabránit. Hrudník má Hybrid III a ES-2 rozdílný, avšak u obou se měří jeho stlačení. Hybrid III se používá u čelního nárazu, kdežto ES-2 u bočního. ES-2 má senzory v oblasti břicha a také v pánevním pletenci, kde kontroluje možnost zlomeniny pánve nebo vykloubení kyčelního kloubu. Vrchní část nohy, která zahrnuje pánev, stehno a koleno poskytuje data při čelních nárazech a střetu nohy s palubní deskou. Dolní část nohy kontroluje možnost zranění holenní a lýtkové kosti. [24]

5.3 HODNOCENÍ

Hodnocení se skládá z čtyř částí:

- ochrana dospělých,
- ochrana dětí,
- ochrana chodců a
- bezpečnostní systémy.

Před rokem 2009 se každá část hodnotila zvlášť a nyní jsou spojeny do jednoho celkového skóre. Ochrana dospělých zaujímá 50 % celkového hodnocení,



ochrana dětí 20 %, ochrana chodců 20 % a bezpečnostní systémy 10 %. Po sečtení bodů se udělují hvězdičky podle procent z maximálního skóre (Obr. 25). Z obrázku je vidět, že se Euro NCAP snaží stále posunovat hranice pro kvalitní ohodnocení. [25]

Rok	2009	2010	2011	2012
Minimálně na 5 hvězdiček	70 %	75 %	75 %	80 %
Minimálně na 4 hvězdičky	55 %	60 %	60 %	70 %
Minimálně na 3 hvězdičky	45 %	50 %	50 %	60 %
Minimálně na 2 hvězdičky	35 %	35 %	35 %	55 %
Minimálně na 1 hvězdičku	20 %	25 %	25 %	45 %

Obr. 25: Rozdělení hodnocení a jejich upravování v dalších letech. [25]



6 BEZPEČNOST V BUDOUCNOSTI

6.1 PŘEDVÍDAVÝ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉM

Předvídavý bezpečnostní systém sjednocuje aktivní a pasivní prvky bezpečnosti do jednoho a postupně je dle nutnosti přivádí do funkce. V první fázi „Preset“ hodnotí radarové snímače informace, např. relativní rychlost vozidla vůči překážce a očekávaný okamžik nárazu, a tím umožňují aktivování bezpečnostních systémů dříve, než by zareagoval člověk. Díky snímačům zrychlení a jeho vyhodnocení může dojít k napnutí bezpečnostních pásů ještě před nárazem. Lze s ní určit, v jakou chvíli se mají aktivovat airbagy a zabraňuje neúmyslnému spuštění airbagů při lehkých kolizích.

V druhé části „Prefire“ by se mohly zádržné systémy aktivovat již před nárazem na základě „Precrash“ informací, tj. informací bezprostředně před nárazem. Jelikož snímače nejsou zatím schopny dodat informace o hmotnosti a charakteru překážky, bude potřeba ještě dalšího vývoje.

Cílem fáze „Preact“ jsou opatření pro zmírnění nebo až po úplné zabránění nárazu aktivním zásahem systému, např. automatickou aktivací nouzového brzdění. Tato část patří vzhledem k vývoji k těm nejnáročnějším. [2]

6.2 TELEMATIKA

Telematika je obor složený ze telekomunikace a informatiky. Jedná se tedy o komunikaci mezi automobily. Pomocí navigací GPS by každý automobil vysílal informace o nehodách, uzavírkách, stavu silnic a dalších dopravních informacích. Tyto informace by se ukládaly do digitálních map navigačních systémů a vytvářely by aktuální stav na silnicích. [1]

6.3 ASISTENČNÍ A VAROVNÉ SYSTÉMY BUDOUCNOSTI

Některé z těchto systémů – např. zařízení pro noční vidění pomocí infračervené kamery, systém udržování vozidla v jízdním pruhu a parkovací asistent – jsou již nyní instalovány do některých vozidel a je otázkou několika let, kdy dojde k jejich dalšímu vývoji, snížení ceny na náklady a budou součástí základní výbavy všech automobilů.

Systém sledující únavu řidiče při jízdě je vybaven speciální kamerou, která sleduje frekvenci mrkání očí. Odpočatý řidič mrká jen občas a velmi rychle, zatímco člověk unavený mrká častěji a pomaleji. Pokud systém zjistí na řidiči známky únavy spustí varovný signál. Postupem času by mohlo být možno tento systém propojit



s ostatními a vůz udržovat v jízdním pruhu nebo pomocí navigace řidiče navést na odpočívadlo.

System sledování dopravních značek sleduje při jízdě dopravní značení a ty aktuální zobrazuje na digitální displej. [1]



ZÁVĚR

Prvky bezpečnosti osobních automobilů jsou velmi důležitou částí automobilů. Jelikož se mnohonásobně zvýšil počet vozidel a také jejich rychlost, je nutné se starat také o bezpečnost při jízdě, čemuž napomáhá také pohodlí vozidla.

Ve své práci jsem shrnul veškeré dostupné informace k danému tématu. Historie bezpečnosti osobních vozidel se datuje k začátku 2. poloviny 20. století. Prvním a asi nejdůležitějším prvkem byl bezpečnostní pás. Ten byl původně tříbodový a bez předpínačů. V dnešní době se bezpečnostní pásy vyrábějí od dvou do osmi bodových a také jsou vybaveny předpínači a navíječi. Postupem času přicházeli další prvky, například airbag, ABS, třetí brzdné světlo a další. Airbag byl instalován nejprve pouze na pozici řidiče, ale dnes už jich je v autě dvanáct a stále přibývají. Původně byl doplňkem ochrany řidiče a fungoval nezávisle, později byl propojen k předpínacím bezpečnostním pásům a vše je řízeno řídicí jednotkou. V posledních letech do bezpečnostních a komfortních systémů velkou měrou promlouvá elektronika a je obsažena téměř v každém prvku. Nejvýraznější je to právě u komfortních systémů, od centrálního zamykání přes elektrické ovládání oken a zrcátek po elektrické servořízení. Všechny prvky komfortních systémů se snaží usnadňovat řízení a ovládání prvků automobilů a také zvýšit pohodlí při cestování.

Jelikož se v poslední době velmi dbá na bezpečnost automobilů vzniklo v roce 1997 nezávislé konsorcium Euro NCAP, které se zabývá právě bezpečností vozidel a testuje jejich schopnosti. Je velmi uznávané a každý nový vůz je podroben jejich zkouškám. Tímto způsobem kontroly je zajištěno, že se na trh nedostane z hlediska bezpečnosti nekvalitní automobil. Budoucnost směřuje směrem předcházení nehodám a přípravě systémů těsně před nehodou. S tím souvisí monitorování situace v okolí vozidla a předávání informací mezi automobily.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] VLK, František. *Lexikon moderní automobilové techniky*. Brno, 2005. 344s. ISBN 80-239-5416-4.
- [2] VLK, František. *Automobilová elektronika 1 : Asistenční a informační systémy*. Brno, 2006. 269s. ISBN 80-239-6462-3.
- [3] VLK, František. *Automobilová elektronika 2 : Systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. Brno, 2006. 308s. ISBN 80-239-7062-3.
- [4] The history of car safety [online]. NRMA Motoring & services, [16.3.2011]. Dostupné na <<http://www.mynrma.com.au/motoring/road-safety/history.htm>>.
- [5] BROGAN, Matt. Volvo celebrates 50 years of the seatbelt [online]. Car Advice, 11.8.2009 [16.3.2011]. Dostupné na <<http://www.caradvice.com.au/37982/volvo-celebrates-50-years-of-the-seatbelt/>>.
- [6] Airbag [online]. Wikipedia, 10.12.2010 [16.3.2011]. Dostupné na <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Airbag>>.
- [7] ABS [online]. Wikipedia, 3.2.2011 [17.3.2011]. Dostupné na <http://en.wikipedia.org/wiki/Anti-lock_braking_system>.
- [8] Car Safety Timeline [online]. Drivers Technology, [17.3.2011]. Dostupné na <<http://www.driverstechnologyassociation.co.uk/car-safety-timeline.htm>>.
- [9] Automotive lighting [online]. Wikipedia, 9.3.2011 [17.3.2011]. Dostupné na <http://en.wikipedia.org/wiki/Center_high-mounted_stop_lamp#Centre_High_Mount_Stop_Lamp_.28CHMSL.29>.
- [10] History [online]. EuroNCAP, [17.3.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/history.aspx>>.
- [11] Ergonomie [online]. Wikipedia, 4.3.2011 [7.4.2011]. Dostupné na <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Ergonomie>>.
- [12] KOVANDA, Jan, ŠATOCHIN, Vladimír. *Pasivní bezpečnost vozidel*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2000. 69s. ISBN 80-01-02235-8.
- [13] Safety belts [online]. Technical F1 Dictionary, [7.4.2011]. Dostupné na <http://f1-dictionary.110mb.com/safety_belts.html>.



- [14] Top formula [online]. Sabelt, [7.4.2011]. Dostupné na <<http://www.racing.sabelt.com/index.php/eshop/category/SabeltRacing-Top-Formula.html/1/frmCatID/984/>>.
- [15] Frontal Impact [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/tests/frontimpact.aspx>>.
- [16] Car to Car Side Impact [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/106f41f7-d486-46bf-bfbc-80fb4c79f679/car-to-car-side-impact.aspx>>.
- [17] Pole Side Impact [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/90769bbc-bb74-4129-a046-e586550c3ece/pole-side-impact.aspx>>.
- [18] Child protection [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/cec92835-f082-4bd4-b4a3-2958ec66cbee/child-protection.aspx>>.
- [19] Pedastrian Protection [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/ed4ad09d-1d63-4b20-a2e3-39192518cf50/pedestrian-protection.aspx>>.
- [20] ESC [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/bf07c592-4f87-404e-bb06-56f77faee5a2/esc.aspx>>.
- [21] Seat belt reminders [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/028478a4-b05d-4136-b06b-4a02d5643b54/seat-belt-reminders.aspx>>.
- [22] Speed limitation devices [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/b103e5e1-b536-4298-b563-3aed74e4be62/speed-limitation-devices.aspx>>.
- [23] Whiplash [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/c8d00e17-f3ed-4864-89c7-5a8af2798f03/whiplash.aspx>>.



[24] Meet the drivers [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/Content-Web-Page/824956bc-6a5e-4ddd-af9c-d500167327b0/meet-the-drivers.aspx>>.

[25] Euro NCAP Assessment Protocol – Overall Rating [online]. EuroNCAP, [10.5.2011]. Dostupné na <<http://www.euroncap.com/files/Euro-NCAP-Assessment-Protocol---Overall-Rating---v5.0---0-c19221a7-e500-447b-8691-3fb3b400671f.pdf>>.