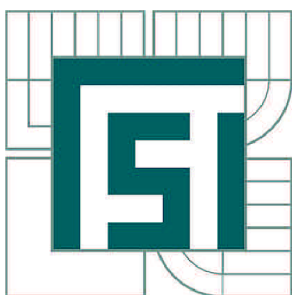


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

SYSTÉMY PRO OCHRANU CHODCŮ PŘI SRÁŽCE S VOZIDLEM

PEDESTRIAN PROTECTION SYSTEMS IN CAR COLLISIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN RUPČÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETER RAFFAI

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Rupčík

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

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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:

Systemy pro ochranu chodců při srážce s vozidlem

v anglickém jazyce:

Pedestrian Protection Systems in Car Collisions

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem bakalářské práce je provést rešerši moderních systémů pro ochranu chodců při srážce s vozidlem.

Cíle bakalářské práce:

1. přehled historie vývoje ochrany chodců u osobních automobilů
2. rešerše současně používaných systémů na zmírnění dopadu srážky na lidské tělo
3. rešerše aktivních systémů na zabránění střetu chodec-vozidlo
4. objektivní hodnocení efektivity systémů
5. způsob hodnocení vozidel v této oblasti podle směrnic Euro NCAP
6. vlastní závěr a shrnutí práce

Seznam odborné literatury:

[1] Euro NCAP [online]. ©2012 [cit. 2012-10-22]. Dostupné z: www.euroncap.com

[2] VLK, František. Stavba motorových vozidel. 2003. Brno : František VLK, 2003. Ochrana chodců, s. 443-452. ISBN 80-238-8757-2.

[3] WATCH-OVER [online]. © 2006 [cit. 2012-10-22]. Dostupné z: <http://www.watchover-eu.org/index.html>

[4] ŠVANCARA, J. Ochrana chodců a bezpečnost cestujících ve vozidle. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 37 s.

[5] MRÁZEK, J. Vliv prvku pasivní bezpečnosti vozidel při kolizích s chodci. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2011. 74 s.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Peter Raffai

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 13.11.2012

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá ochranou chodců při střetu s vozidlem. V první části je popsána historie bezpečnosti automobilů. Další část je zaměřena na hodnocení bezpečnosti vozidel. Následující kapitoly jsou věnovány pasivní bezpečnosti vozidel a aktivním systémům zabráňujícím střet vozidla s chodcem. V poslední části je popsáno objektivní zkoumání efektivity systémů.

Klíčová slova

Aktivní kapota, automatické nouzové brzdné systémy, Euro NCAP, externí airbag, noční vidění, pasivní bezpečnost

Abstract

This bachelor thesis deals with the protection of pedestrians in a collision with a vehicle. The first section describes the history of vehicle safety. The next section is focused on the evaluation safety of vehicles. The following sections are devoted to passive safety of vehicles and active systems prevent the vehicle strikes a pedestrian. The last section describes the objectively examine the effectiveness of systems.

Key words

Active hood, autonomous emergency braking systems, Euro NCAP, external airbag, night vision, passive safety

Bibliografická citace

RUPČÍK, J. *Systémy pro ochranu chodců při srážce s vozidlem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 45 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Peter Raffai.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma, Systémy pro ochranu chodců při srážce s vozidlem, vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této práce.

Květen 2013

.....
Jan Rupčík

Poděkování

Tímto děkuji svému vedoucímu, Ing. Peteru Raffaiovi, za spolupráci, cenné rady a odbornou pomoc při vypracování bakalářské práce.

Obsah

Úvod	9
1 Historie vývoje ochrany chodců u osobních automobilů	10
2 Způsob hodnocení vozidel podle směrnic Euro NCAP	12
3 Současně používané systémy na zmírnění dopadu srážky na lidské tělo.....	14
3.1 Pasivní, konstantní, tvarem účinné systémy	15
3.2 Pasivní, konstantní, poddajnostní účinné systémy.....	16
3.3 Pasivní variabilní systémy	17
3.3.1 Aktivní kapota.....	17
3.4 Aktivní variabilní systémy	21
3.4.1 Externí airbag.....	21
4 Aktivní systémy na zabránění střetu chodec-vozidlo.....	24
4.1 WATCH-OVER.....	24
4.2 Rozpoznávání chodců podle GM.....	25
4.3 Volvo Pedestrian Detection	26
4.4 Systémy nočního vidění	28
4.5 Systémy automatického nouzového brzdění.....	29
4.5.1 Volvo City Safety.....	30
4.5.2 Mercedes-Benz PRE-SAFE Brake.....	31
4.5.3 Mercedes-Benz Collision Prevention Assist.....	31
4.5.4 Honda Collision Mitigation Brake System	32
4.5.5 Volkswagen City Emergency Brake	34
4.5.6 Volkswagen Front Assist	35
4.5.7 Ford Forward Alert	35
4.5.8 Ford Active City Stop	36
4.5.9 Audi Pre Sence Front Plus	36
4.5.10 Skoda Front Assistant	37
5 Objektivní hodnocení efektivity systémů.....	39
6 Závěr.....	42
Použité zdroje	43
Seznam použitých zkratk	45

Úvod

Každým rokem přibývá na silnicích čím dál víc vozidel. Díky tomuto trendu přibývá dopravních nehod. Příčiny nehod jsou alkohol za volantem, nepozornost řidiče, vysoká rychlost, pozdní reakce řidiče nebo taky stresující situace při velkém městském provozu. Mezi účastníky provozu můžeme považovat také cyklisty a chodce, kteří jsou nejzranitelnější. Téměř 21% všech obětí dopravních nehod v Evropské Unii jsou chodci. V České republice bylo v roce 2009 usmrceno celkem 157 chodců, což je 19% z celkového počtu usmrcených osob. Hlavní příčinou nehod zaviněných chodci je náhlé vstoupení do vozovky z chodníku nebo krajnice a špatný odhad vzdálenosti a rychlosti vozidla. [1, 2]

V posledních 5 letech se automobilky snaží zabránit tomu, aby docházelo k usmrcení chodce při nehodě tím, že vytvářejí v přední části automobilů deformační zóny z měkčích materiálů nebo vynalézají nové technologie, které dokážou chodce nebo cyklistu rozpoznat a zabránit kolizi. Hlavním iniciátorem pro automobilky v oblasti bezpečnosti je nezávislá organizace Euro NCAP, která zkoumá bezpečnost vozidel jak v oblasti posádky, tak v oblasti chodců i ostatních účastníků provozu.

1 Historie vývoje ochrany chodců u osobních automobilů

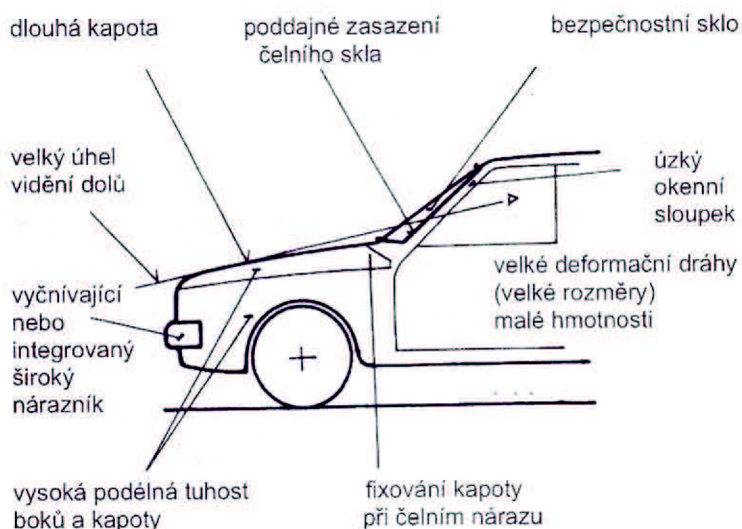
Historie bezpečnostních prvků sahá až do počátku druhé poloviny 20. století, před touto dobou bychom v automobilu jen velmi těžko našli nějaký bezpečnostní prvek. Někdo by mohl namítnout, že v té době automobily nedosahovaly takových rychlostí a provoz nebyl tak hustý, jako v dnešní době, ovšem díky tomu, že automobily nebyly bezpečné, tak lidé v nich umírali již při rychlosti 40 km/h. [3]

Prvním průkopníkem v oblasti bezpečnosti byla automobilka Volvo, která v roce 1959 představila první tříbodový pás, který byl později dodáván jako standardní výbava vozidla. Jelikož se v té době používal k výrobě hlavně kov, dřevo a sklo, přišlo Volvo v roce 1960 s dalším bezpečnostním prvkem a to konkrétně s čalouněnou palubní deskou, která měla zmírnit následky poranění při čelním nárazu. [3]

V 60. letech bylo poprvé použité mechanické ABS na ručně postaveném závodním automobilu, ale bohužel nemělo žádné další využití. Proto v roce 1978 uvedl Mercedes-Benz první elektronické ABS. V 70. letech se objevil v automobilech další důležitý prvek v oblasti bezpečnosti - airbag. V USA se začal dodávat do automobilů na vyžádání, ovšem nebyl o něj takový zájem, jak se původně očekávalo. V 80. letech přišel Mercedes-Benz s novinkou, kdy se při nárazu detekovaném pomocí senzorů předeplaly pásy a nafoukl se airbag. [3]

Od 80. let byly postupně přijímány ve všech zemích světa zákony o povinném připoutání člověka na předních a zadních sedadlech. Od roku 1987 musely mít ve Velké Británii pásy na všech sedadlech všechny nově prodávané vozy. V roce 1986 představilo Volvo další bezpečnostní inovaci, což bylo třetí bezpečnostní brzdové světlo umístěno na zadním skle. Nejdříve se objevilo v USA, na konci 90. let se začalo objevovat i v Evropě. [3]

V prosinci 1996 vznikla nezávislá společnost Euro NCAP, která testuje automobily pomocí nárazových zkoušek, tzv. crash testů a hodnotí je pomocí hvězdiček, kde 5 je maximum. Od roku 1998 hraje velkou roli v hodnocení testů automobilů i ochrana chodců. Od této doby osobní vozy začaly významně měnit tvar přední části. Nárazník a přední maska začaly být víc zaoblené, čelní sklo se sklonilo pod větším úhlem, zpětná zrcátka byla sklopná. Nejen, že vozy měnily tvar přídě, ale začaly se do osobních automobilů montovat různé bezpečnostní prvky, které zmírní dopad srážky vozu s chodcem. Faktory ovlivňující bezpečnost chodců jsou znázorněny na obrázku 1. [3]



Obrázek 1, Faktory ovlivňující bezpečnost chodců, zdroj: [4]

Tvar přídě automobilu se od 80. let 20. století, výrazně změnil a to nejen z důvodů estetických, ale taky z důvodu zvýšení bezpečnosti pro nechráněné účastníky silničního provozu, mezi které patří i chodci a cyklisti.

Jeho změny můžeme porovnat na dvou modelech Škoda 136 Rapid z roku 1987 a Škoda Rapid z roku 2012. U vozidla Škoda 136 Rapid je přední část vozu zcela nevhodná a pro chodce přímo nebezpečná. [3] Je to z důvodu většího ohybového momentu, který bude působit na chodce v případě srážky. Rozdíl je patrný i na tvaru světlometů, které jsou u nového modelu více zaoblené, stejně tak i zpětná zrcátka jsou zaoblenější a zároveň jsou i lépe deformovatelná. [3] Také kapota se výrazně liší u obou vozidel a to tak, že u starého vozu je kapota ocelová, kdežto u nových modelů se čím dál častěji začíná používat hliník, který je měkčí a lehčí nebo dokonce z plastu.



Obrázek 2, Škoda 136 Rapid (1987), zdroj: [4]



Obrázek 3, Škoda Rapid (2012), zdroj: [5]

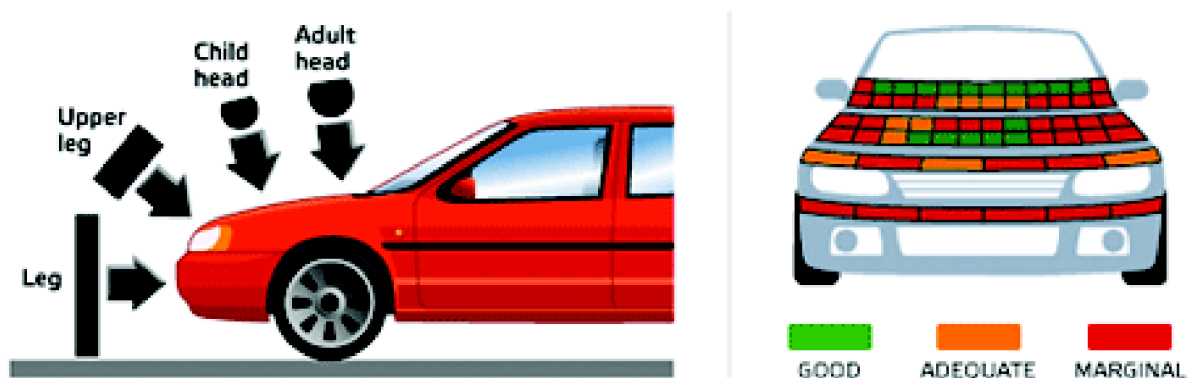
2 Způsob hodnocení vozidel podle směrnic Euro NCAP

Od roku 2009 Euro NCAP hodnotí bezpečnost vozidel počtem hvězdiček pro každé testované vozidlo. Maximální počet je pět hvězdiček. Toto celkové bezpečnostní hodnocení se skládá ze skóre ve čtyřech oblastech: ochrana chodců, ochrana dospělých, ochrana dětí a bezpečnostních asistentů (Obrázek 4). Celkové bezpečnostní hodnocení vozidla se potom vypočítává váženým průměrem čtyř skóre, přičemž ani jedno nesmí být nižší, než je povolený limit. [8]



Obrázek 4, Čtyři oblasti hodnocení bezpečnosti, zdroj: [8]

U ochrany chodců se provádí simulující nehody zahrnující děti i dospělé chodce při nárazu v rychlosti 40km/h. Místo nárazu je potom posuzováno a hodnoceno. Jsou určeny tři zóny a označené jako dobré, slabé nebo špatné. Na obrázku 5 jsou odlišeny barevně. Stejně jako u jiných testů i tyto testy vycházejí z evropských bezpečnostních směrnic. [8]

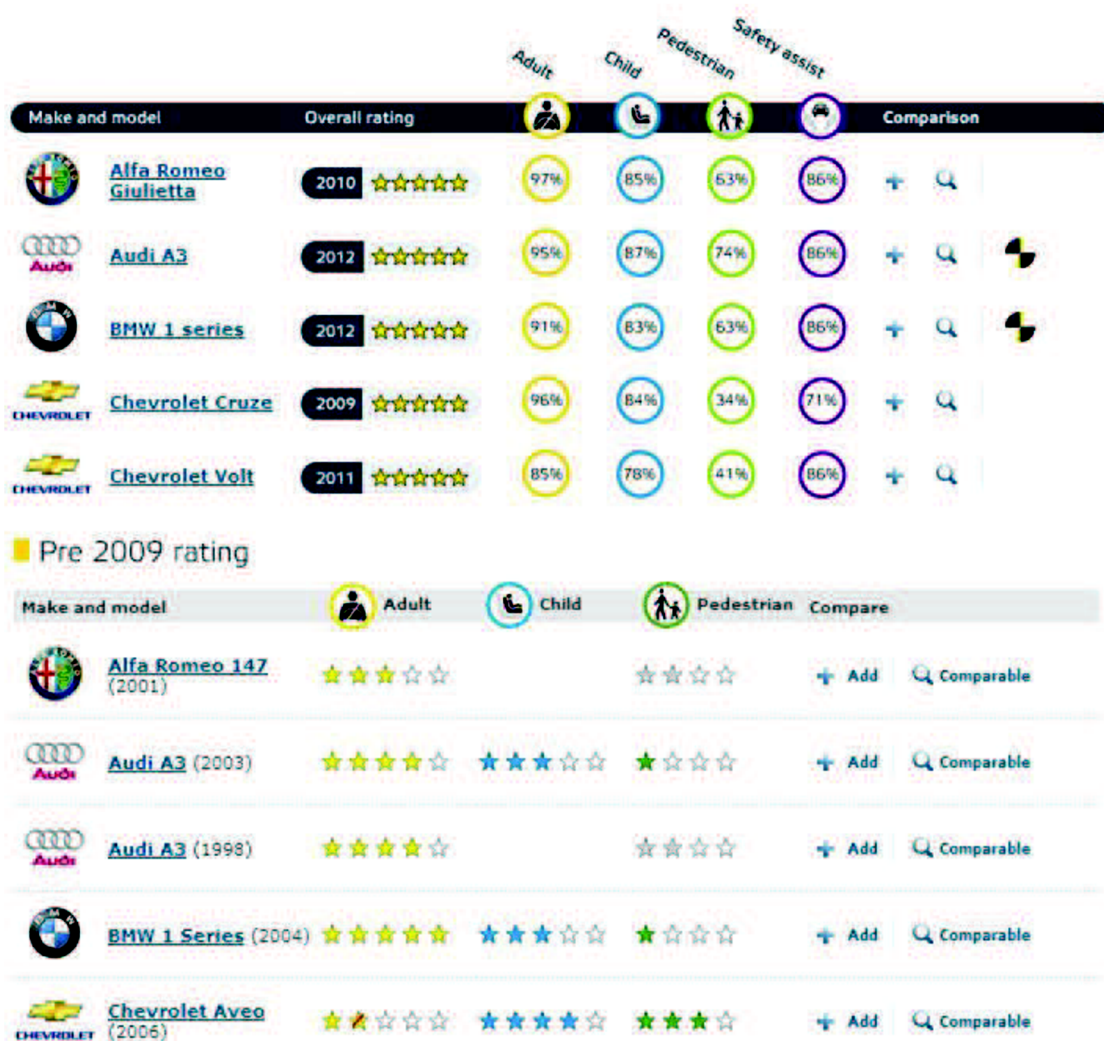


Obrázek 5, Testování ochrany chodců, zdroj: [8]

Je velmi obtížné zhodnotit ochranu chodců pomocí plné figuríny. Přestože je možné ovládat dopad nárazníku automobilu na chodcovu nohu, je nemožné předvídat, do kterého místa dopadne hlava figuríny. Pro odstranění tohoto problému se používají individuální testy jednotlivých částí těla. Testy se provádí na maketě dolních končetin, maketě kyčle a maketě hlavy dítěte a dospělého člověka. Test pomocí makety dolní končetiny hodnotí ochranu poskytovanou v oblasti nárazníku. Test pomocí makety kyčle hodnotí parametr ochrany v oblasti okraje přední kapoty a testy pomocí makety hlavy dítěte a dospělého člověka se používají k posouzení parametrů bezpečnosti v oblasti horní přední kapoty. Ochranu zlepšují měkké nárazníky, které se zdeformují, jakmile do nich narazí dolní končetina. Lepší parametr ochrany dosahuje vozidlo, pokud je dolní končetina chodce sražena níž od kolena a v případě, že působící síly jsou rozloženy na delší část končetiny. [8]

Bezpečnost hrany kapoty zlepšil odstranění tuhých částí její konstrukce. Pro ochranu hlavy je důležité, aby horní oblast kapoty byla schopna se zdeformovat. Důležité je, aby pod kapotou byl dostatečný volný prostor nad tuhými částmi, které by mohly zabránit deformaci. [8]

Od roku 1997 – 2009 byla ochrana chodců samostatným parametrem. V testu byly použity makety dětské a dospělé hlavy a dvě makety dolních končetin. Od roku 2009 je ochrana chodců zahrnuta do celkového hodnocení bezpečnosti automobilů, nicméně metodika hodnocení ochrany zůstala stejná jako v období 1997 – 2009. [8]

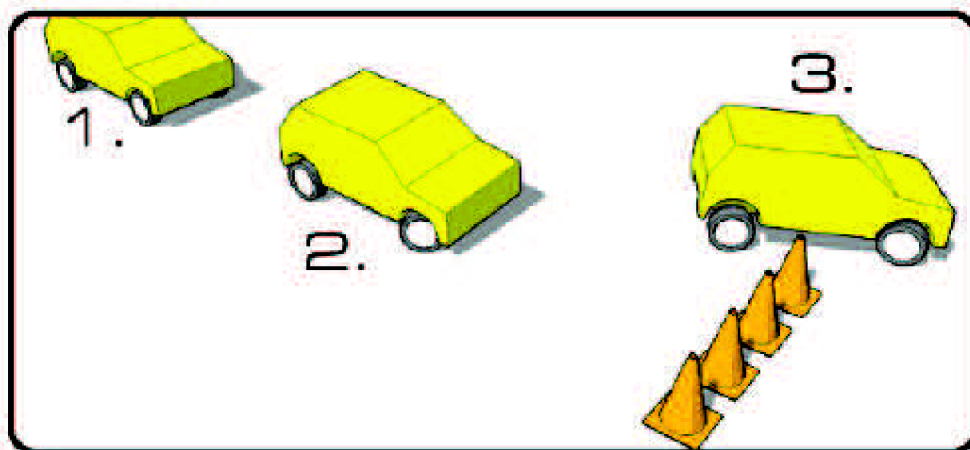


Obrázek 6, Hodnocení testů automobilů před a po roce 2009, zdroj: [8]

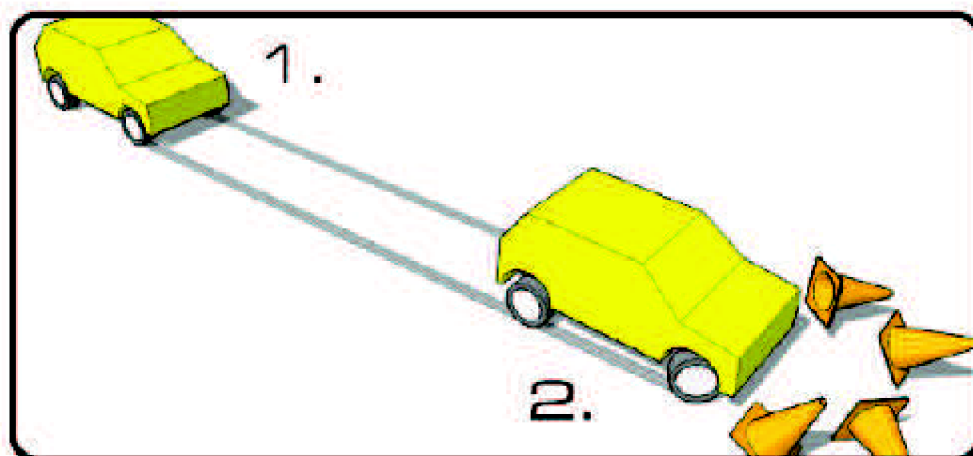
3 Současně používané systémy na zmírnění dopadu srážky na lidské tělo

Ochraně chodců je v dnešní době přikládán stále větší význam. Konstrukteři automobilů, se snaží zabránit střetu vozidla s chodcem co možná nejvíce. Proto pomocí různých senzorů před a za vozidlem je řidič upozorňován na hrozící srážku. Když je již srážka nevyhnutelná, je důležité, aby nárazové místo chodcova těla způsobilo co nejmenší poranění. Tento problém se obvykle řeší tzv. pasivní bezpečnosti, jako je snižování tuhosti kapoty, eliminace ostrých hran nebo speciální deformační elementy. [4]

V oblasti aktivní bezpečnosti má velký význam na ochranu chodců dobrý výhled z místa řidiče jak přední, tak i boční. Výhled řidiče může omezit široký přední okenní sloupek tzv. A sloupek a špatné osvětlení vozidla. Optimální u couvání je signalizační zařízení, které upozorňuje řidiče na překážku za vozidlem nebo kamera. Nejdůležitější je vysoká účinnost brzdové soustavy. [4] Nejznámějším a nejpoužívanějším aktivním systémem je ABS. Tento systém zabráňuje zablokování kola při brzdění, které se stále odvaluje a tím se dosáhne maximální brzdě účinnosti a díky tomu se zabrání ztrátě adheze mezi kolem a vozovkou. Odvalující se kolo umožňuje zachování stability, ovladatelnosti a říditelnosti vozidla v kritických situacích. (Obrázek 7 a 8). [9]



Obrázek 7, Vyhýbající manévr automobilu s ABS, zdroj: [9]



Obrázek 8, Vyhýbající manévr automobilu bez ABS, zdroj: [9]

Dalším systémem je ESP, který přibrzděním některého z kol pomáhá při smyku vozidla udržení jeho stabilizace na vozovce. [9]

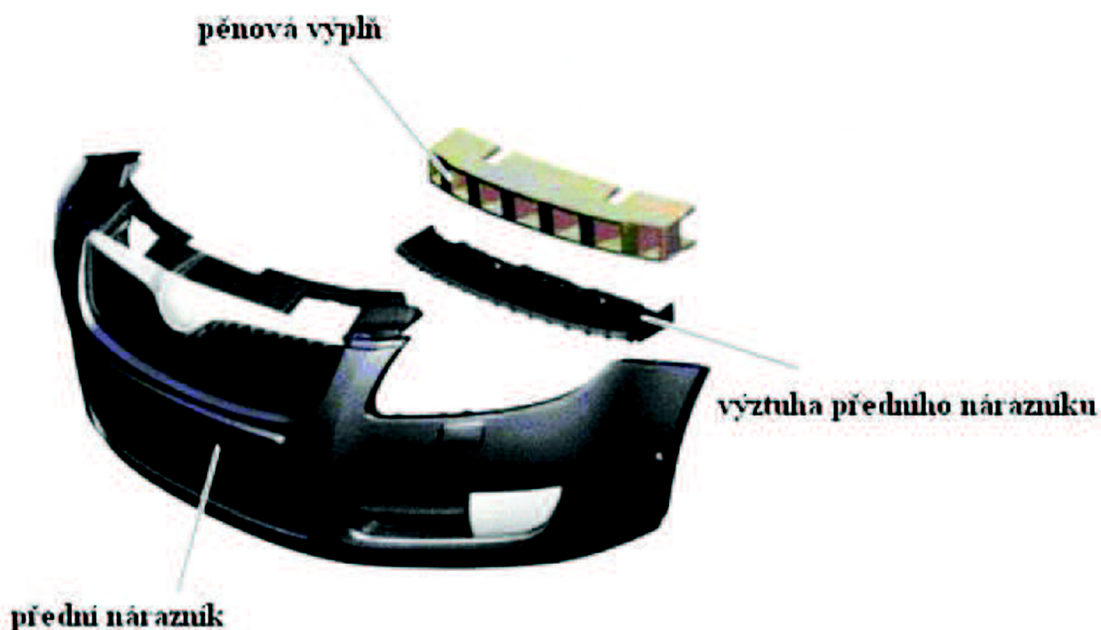
Systémy pasivní bezpečnosti můžeme rozdělit do několika kategorií, kterými se budu zabývat na následujících stranách. [4]

3.1 Pasivní, konstantní, tvarem účinné systémy

Do těchto systémů patří různé tvarové opatření v přední části automobilu, např. zaoblení hran, oblé tvary nebo přední hrana kapoty posunutá až za nárazník. Tyto systémy musí být patřičně poddajné. [4]

Jelikož je nárazník nejčastější místo při prvním kontaktu automobilu s chodcem, tak zde dochází k značnému poranění ve spodní části dolní končetiny. Ke zmírnění rizika poranění chodce je důležité, aby nárazník nevyčníval až do oblasti kolen a byl dostatečně měkký. Měkčím nárazníkem dochází ke zvýšení kontaktní plochy a díky tomu i k omezení velikosti ohybu kolena, jelikož při nárazu dojde ke změně geometrie nárazníku. [5]

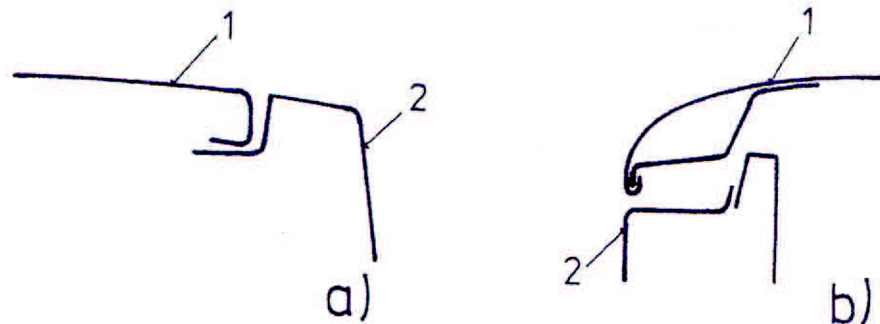
Dalším konstrukčním prvkem předních nárazníků pro zvýšení bezpečnosti je plastová výztuha nárazníku. Umisťuje se do spodní části nárazníku a cílem je zamezit ohybu kolena. Díky této výztuze je při střetu vozidla s chodcem tělo chodce sraženo na kapotu a nedojde tak k sražení chodce pod kola vozu. [5]



Obrázek 9, Pěnová výplň a plastová výztuha nárazníku vozidla Škoda Roomster, zdroj:[5]

3.2 Pasivní, konstantní, poddajnostní účinné systémy

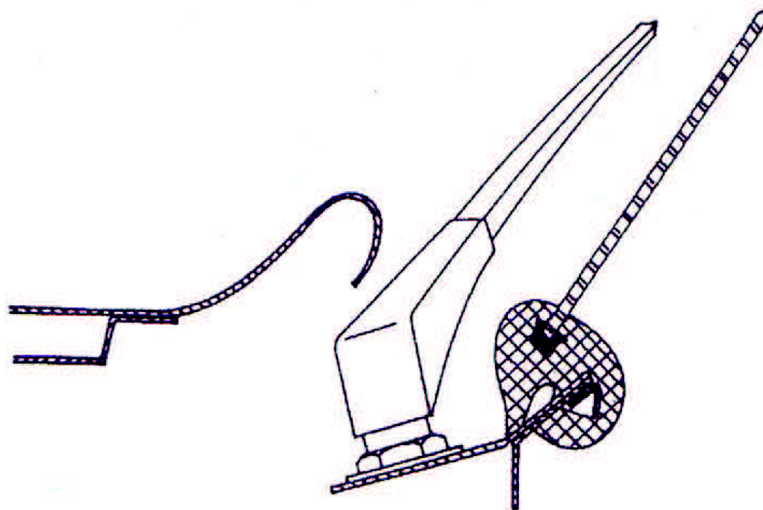
Zvýšením místní poddajnosti lze dosáhnout tím, že např. kapota nezapadne do vnitřního profilu bočních panelů blatníků (Obrázek 4a), ale bude přetažena přes tyto panely (Obrázek 4b) [4]



Obrázek 10, Konstrukční řešení kapoty vozidla, 1-kapota, 2-boční panel s blatníkem, zdroj: [4]

Velké poddajnosti lze taky dosáhnout, když bude zadní konec přední kapoty protažen až nad oblast upevnění stěračů (Obrázek 11) nebo může být vybavena plastickým obložením. [4]

Do této kategorie patří taky obložení nárazníku, přední hrany kapoty a bočních hran plastickými materiály. Snížení nebezpečného nárazu hlavy můžeme dosáhnout zakrytím oblasti pod předním sklem, okenních sloupků a střešního rámu pryžovými nebo plastickými profily. Dalším řešením je skrytí stěračů za přední okenní sloupky [4], jako má Seat Leon 2. generace (2005-2012) (Obrázek 12). To má ovšem za následek zhoršení výhledu řidiče, jelikož A sloupek je širší a při jízdě se za něj tzv. „schovávají“ různé objekty, jako jsou ostatní vozidla nebo třeba chodci.



Obrázek 11, Oblast upevnění stěračů, zdroj: [4]



Obrázek 12, Seat Leon 2. generace (2005-2012), zdroj: [10]

3.3 Pasivní variabilní systémy

Tyto systémy se vyznačují tím, že ochranné zařízení je uvedeno v činnost nárazem chodce. Jedním z těchto systému je tzv. aktivní kapota. [4]

3.3.1 Aktivní kapota

Sražená osoba je většinou vymrštěna do vzduchu a pak dopadne hlavou na kapotu brzdícího automobilu, případně narazí do čelního skla. Pokud by náraz byl příliš tvrdý, došlo by k vážnému zranění, v horším případě dokonce i k úmrtí. [11]

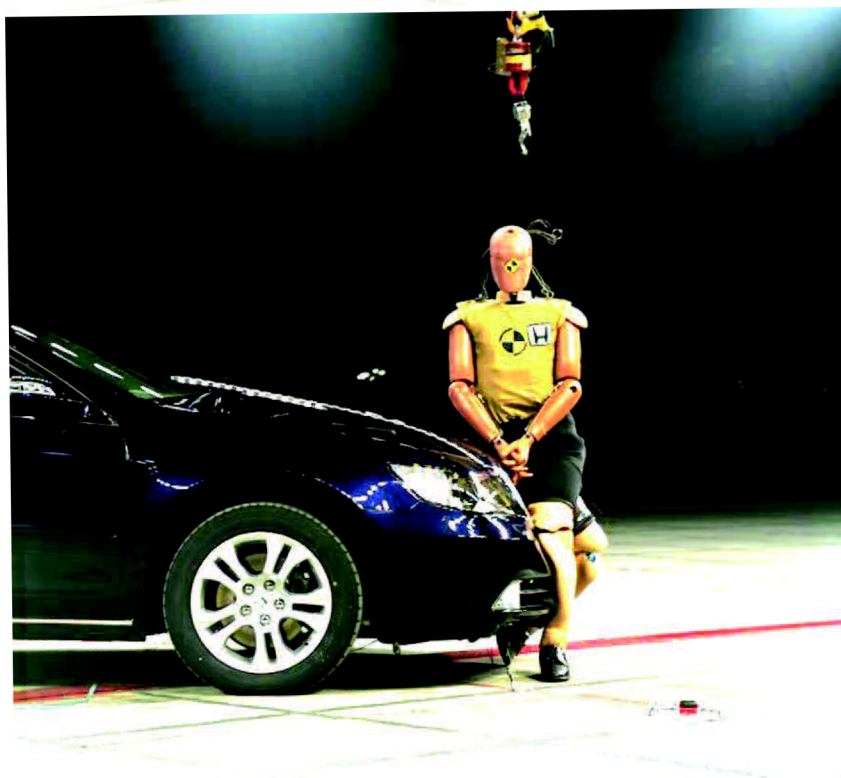
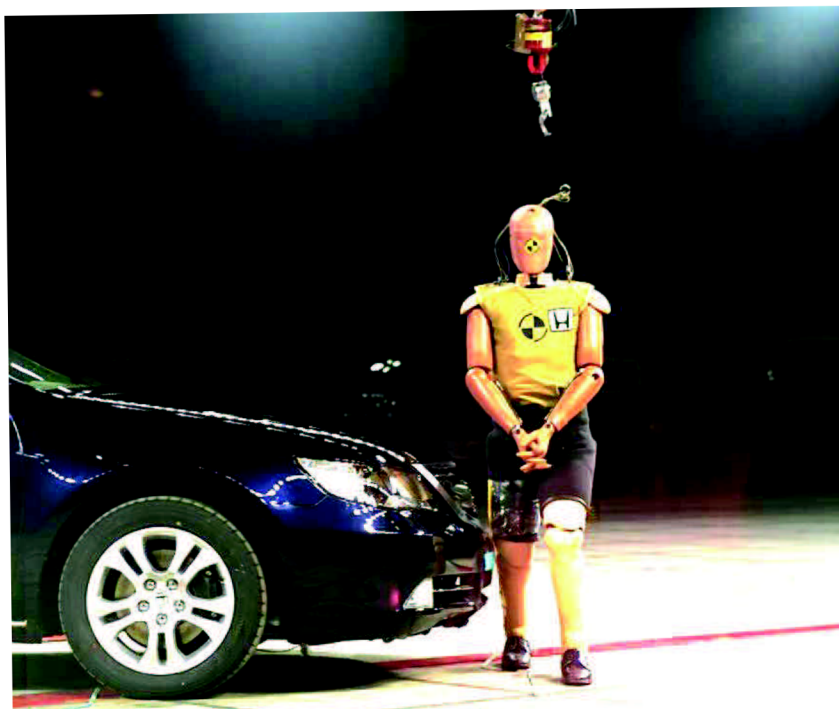
Snahou konstruktérů je navrhovat relativně měkké kapoty, které by pád těla zmírnily. U příliš měkké kapoty by pak došlo k tzv. probití těla až na tvrdé části v motorovém prostoru, který bývá u moderních vozidel zcela zaplněn motorem. Při takovém nárazu by byl efekt stejný jako u tvrdé kapoty. [11]

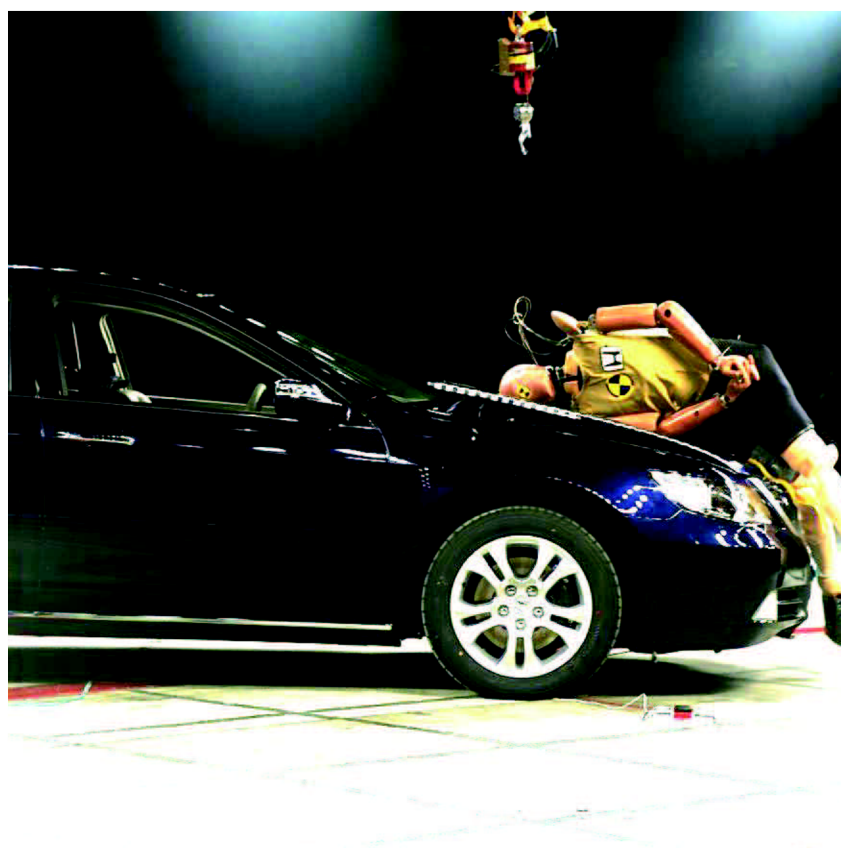
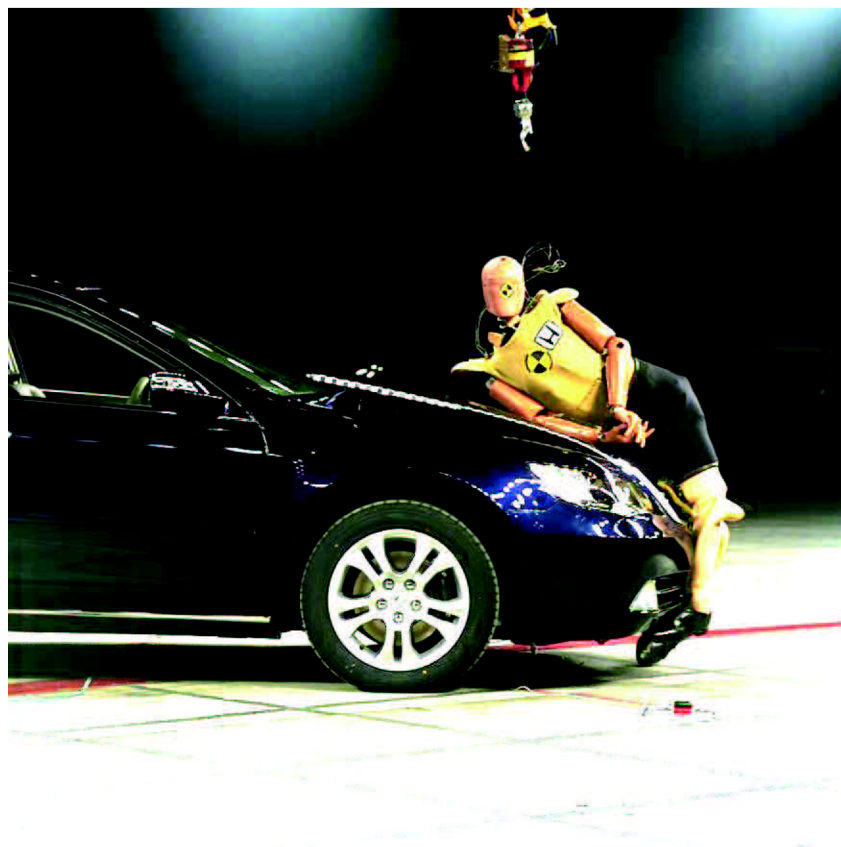
Princip aktivní kapoty spočívá v jejím zvednutí u paty čelního okna dřív, než na ni dopadne tělo sraženého chodce, resp. jeho hlava. Tím se zvětší prostor pro deformaci kapoty, pohltí se větší množství nárazové energie a zároveň poklesne riziko nárazu hlavy do tvrdých, nepoddajných částí pod kapotou. Tento princip je zobrazen na obrázku 13. [9]

Aktivní kapota je vybavena různými senzory umístěnými v předním nárazníku. Jedná se o senzory zrychlení nebo pásové senzory tlaku, optická vlákna a fólie.

Dalším prvkem kapoty je výkonná elektronika, která je zabudovaná do řídicí jednotky airbagu. Tato jednotka dává pokyn tzv. akčnímu členu. Akční člen je součástí speciálního závěsu kapoty, který může pracovat na pyrotechnickém principu, jež používá například Citroën C6 (Obrázek 14). Kapota může být i zvednutá pomocí pružinových pohonů, se zdvihem 50 mm, které jsou ovládané elektromagneticky. Tímto systémem je vybaven Mercedes-Benz třídy E s interním označením W212 (Obrázek 15). Celý pohyb kapoty je realizován během několika milisekund. [11]

Existují tedy dva typy kapoty. U prvního typu, pokud není kapota zdeformovaná, lze jednoduše vrátit kapotu do původní polohy a obnovit její plnou funkčnost. Tento úkon si může provést řidič sám. U druhého typu je nutné, aby funkčnost kapoty provedl servis. První typ kapoty využívá například Mercedes-Benz, druhý typ využívá ve svých vozidlech automobilka Citroën. [11]



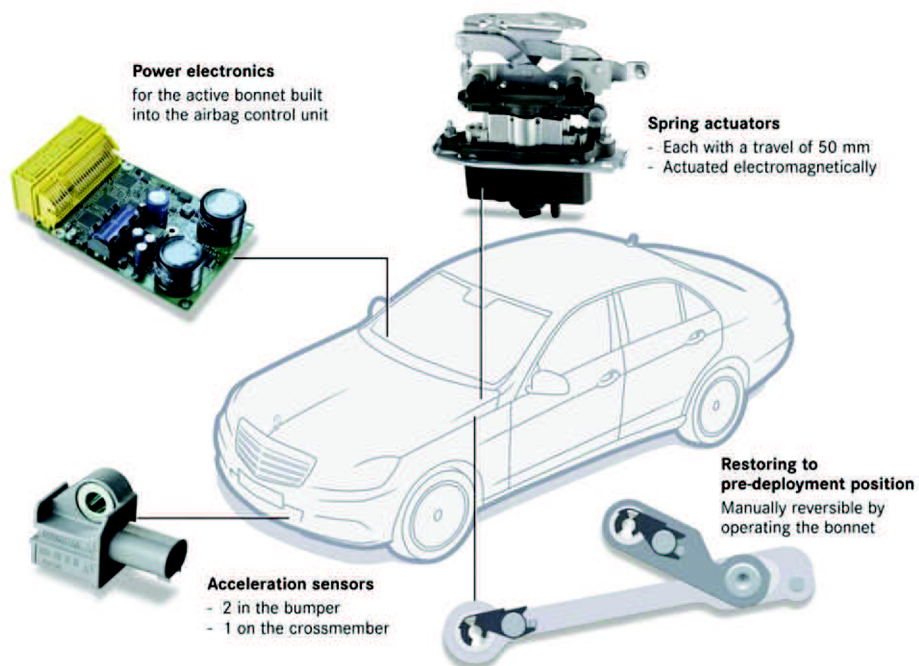


Obrázek 13, Princip aktivní kapoty, zdroj: [11]



Obrázek 14, Řešení aktivní kapoty Citroënu C6, 1-optické vlákno, 2-detekování nárazu, 3-řídící jednotka, 4-pyrotechnický pohon, 5-zvednutí kapoty (65mm za 40ms), zdroj: [11]

Active bonnet: sensor-controlled and reversible



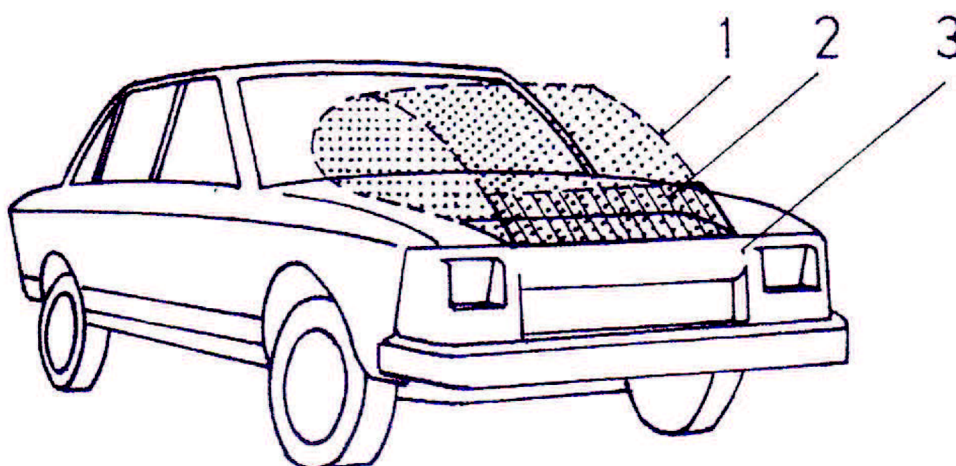
Obrázek 15, Řešení aktivní kapoty Mercedesu-Benz E (W212), zdroj:[11]



Obrázek 16, Aktivní kapota - Mercedes-Benz E (W212), zdroj: [11]

3.4 Aktivní variabilní systémy

Tyto systémy se vyznačují tím, že ochranné zařízení je uvedeno v činnost signálem čidla, nikoliv mechanickým nárazem chodce. Mezi tyto systémy můžeme zařadit tzv. externí airbag (airbag pro chodce) vyvinutý firmou Volvo. [4]



Obrázek 17, Aktivní variabilní systém,
1-nafukovací vak, 2-zesílená část vaku, měkké čelo, zdroj:[4]

3.4.1 Externí airbag

Podle statistik dochází k 75 procentům všech nehod s chodci při rychlostech do 40 km/h. Proto je tento systém navržen tak, aby ochránil chodce při střetu s přední částí vozu při rychlostech mezi 20 až 50 km/h. Systém využívá senzory nárazu v hraně předního nárazníku, kde jich je celkem sedm a přenášejí signály do řídicí jednotky. Byly vyvinuty tak,

aby dokázaly rozeznat střet s dolní končetinou. Pokud se přední hrana nárazníku automobilu střetne s cizím objektem a řídicí jednotka signály zpracuje a vyhodnotí je jako lidskou končetinu, airbag se aktivuje. [12]

Závěsy kapoty jsou vybaveny pyrotechnickým uvolňovacím mechanismem, ten při aktivaci systému vysune čepy a uvolní zadní část kapoty. Ve stejném okamžiku se aktivuje airbag, který se začne plnit plynem. Během nafukování airbag nadzvedne kapotu až do výše deseti centimetrů a zůstane v této poloze. Tím umožní větší deformaci kapoty, která potom utlumí náraz těla chodce (Obrázek 18 a 19). [12]

Po úplném nafouknutí airbag "vystele" celý prostor, ve kterém jsou umístěny stěrače, spodní část A-sloupků a jednu třetinu čelního skla. Od aktivace systému do plného nafouknutí airbagu uplyne jen několik setin sekundy. [12]



Obrázek 18, Externí airbag – Volvo V40, zdroj: [12]



Obrázek 19, Náraz těla chodce, zdroj: [13]

Vnější airbag doplňuje systém s radarem, který rozpoznává lidský pohyb před vozidlem a softwarem, jenž předpovídá, zda se dráhy chodců protnou s vozidlem. Automobilka Volvo tvrdí, že externí airbag by měl sloužit jako poslední ochrana chodců. Před tím, než dojde k jeho použití, spustí se varování detekčním systémem blikáním diod ve směru blížící se překážky a zároveň varuje řidiče hlasitým zvukovým signálem. Pokud řidič nestihne včas zareagovat, automobil sám zabrzdí. Jako první vůz vybavený tímto airbagem se stalo v roce 2012 Volvo V40. [12, 13]

4 Aktivní systémy na zabránění střetu chodec-vozidlo

4.1 WATCH-OVER

WATCH-OVER je specifický cílený projekt spolufinancovaný z Evropské komise, který začal v lednu 2006. Cílem projektu je návrh a vývoj kooperativního systému pro prevenci úrazů zranitelných účastníků silničního provozu v městských a mimoměstských oblastech. Systém projektu je založený na krátké komunikační vzdálenosti a vizuálních senzorech. [14]



Obrázek 20, Komunikace mezi objekty, zdroj: [14]

Současné senzory tzv. "nevidí" za překážky a jsou omezeny v bočním a podélném výhledu. Složitě dopravní situace představují řadu případů, ve kterých zranitelní uživatelé, jako jsou chodci, se náhle dostanou mimo oblast, kde byli zakrytí městskou infrastrukturou, případně jinými vozidly. Z toho důvodu nelze žádným senzorem správně vyhodnotit danou situaci. [14]

Technologie WATCH-OVER je založena na spolupráci mezi moduly umístěnými v automobilech a zařízeními, jež jsou vloženy do objektů možného střetu. Jedná se o chodce, či motocykly. [14]



Obrázek 21, Komunikační moduly, zdroj: [14]

K aktivaci systému je potřeba potvrzení přítomnosti objektu kamerou i senzory. Moduly jednoznačně identifikují objekt a v případě nebezpečí srážky okamžitě upozorní

řidiče a pomůžou odvrátit blížící se střet. Výstraha řidiče se provede zvukovým signálem nebo zobrazením upozornění na čelním skle. Tento systém může aktivovat i další bezpečnostní prvky vozidla, jako jsou přepínače bezpečnostních pásů nebo brzdový asistent. [5]

Mezi senzory, jež snímají prostor před vozidlem, můžeme zařadit mikrovlnný nebo laserový radar. U této technologie se používají infračervené nebo CMOS kamery. CMOS kamera má velmi dobrou citlivost na osvětlení v rozsahu 6 až 15 lux a dokáže rychle snímat obraz. CMOS senzor je sestaven z logického obvodu tak, aby byl jednoduchý a snadno ovladatelný. Díky tomu jsou CMOS kamery velmi malých rozměrů. U automobilových CMOS kamer jsou také anti-oslňovací schopnosti, u kterých je vysoká výkonnost ve vizuální a infračervené oblasti na blízkou vzdálenost. [14]



Obrázek 22, Automobilová kamera, zdroj: [14]

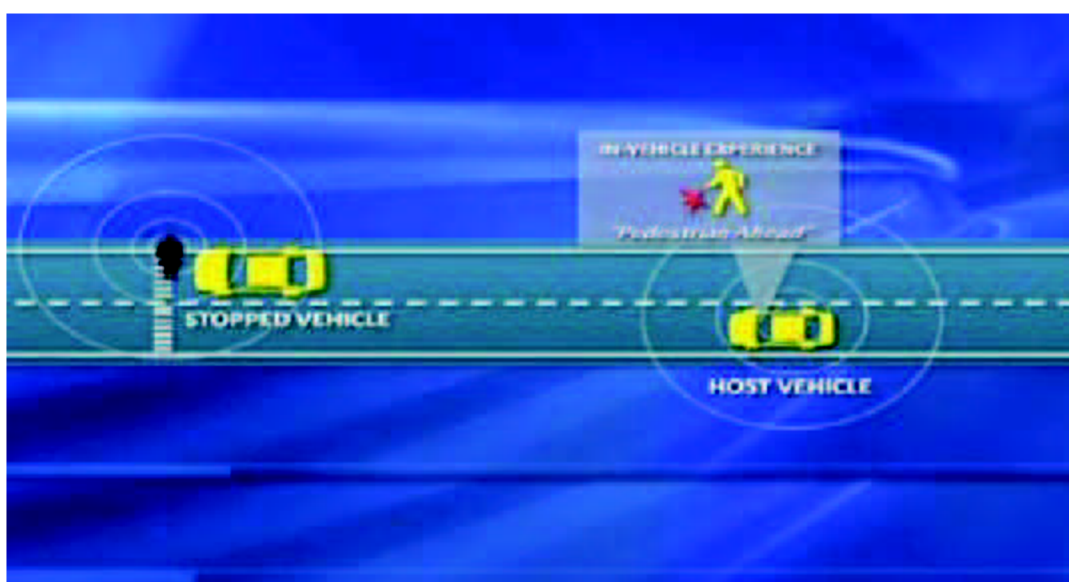
4.2 Rozpoznávání chodců podle GM

Současná doba, která je ze všech stran obklopena spoustou elektroniky přináší různé inovace ve zvyšování bezpečnosti. Specialisté od GM nyní vyvíjejí systém, který využívá Wi-Fi připojení pro detekování blížícího se nebezpečí srážky chodce nebo cyklisty s automobilem. Systém závisí na Wi-Fi Direct, což je schopnost moderních chytrých telefonů, tzv. smartphonů komunikovat mezi sebou, aniž by musely být napojené na veřejnou mobilní síť. A právě smartphony pomohou ochránit chodce před srážkou, jelikož tyto telefony prozradí, kde se právě nachází jejich majitel. Automobilka se snaží vytvořit doplňkovou aplikaci pro Wi-Fi Direct u chytrých telefonů. Ty jsou již vybaveny aplikací silničního provozu, který tak pomůže vozidlům vybaveným Wi-Fi Direct telefony identifikovat. Zařízení ve vozidle potom vyhodnotí, zda v trase vozidla nejde onen chodec a zda nedojde, například při snížené viditelnosti, ke srážce. Pokud by mělo dojít ke srážce s chodcem, systém začne předběžně varovat řidiče a následně zpomalí nebo zastaví vozidlo na kluzkých silnicích nebo křižovatkách. [15, 16]



Obrázek 23, Wi-Fi Direct, zdroj: [15]

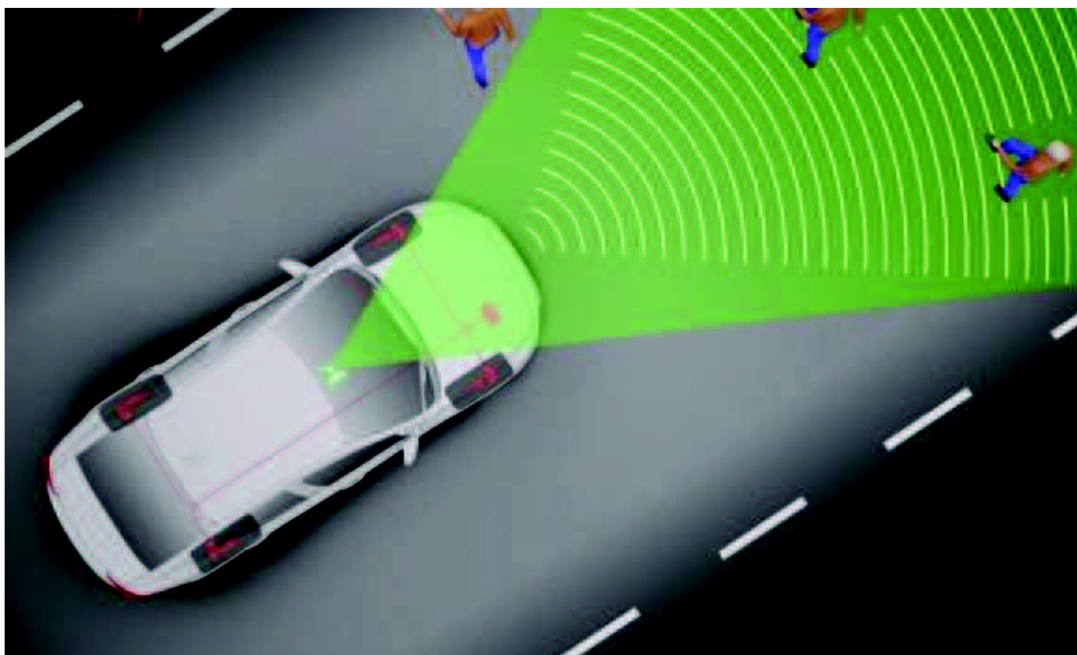
Ve srovnání s běžnými bezdrátovými systémy, které obvykle potřebují sedm nebo osm sekund k získání informací o umístění a připojení, Wi-Fi Direct umožňuje připojení zařízení za přibližně jednu sekundu. Wi-Fi Direct v automobilu by měl odhalit zapnutý smartphone na vzdálenost až 656 metrů daleko. [16]



Obrázek 24, Detekce chodce, zdroj: [16]

4.3 Volvo Pedestrian Detection

V roce 2010 představila automobilka Volvo systém rozpoznávání chodců Pedestrian Detection u nového modelu S60. Tento systém, může zásadně ovlivnit střet automobilu s chodcem a jeho následky. Hlavní částí systému je radarové monitorovací zařízení, které je schopno detekovat chodce, jenž náhle vstoupil do vozovky (Obrázek 25). Rozpozná hrozící střet s chodcem a ihned začne varovat řidiče akustickým signálem kombinovaným s blikajícím světlem v head-up displeji na čelním skle (Obrázek 26) a současně připraví brzdy na plné brzdění a v případě, že řidič nereaguje, samočinně aktivuje brzdy až do úplného zastavení (Obrázek 27). [17]

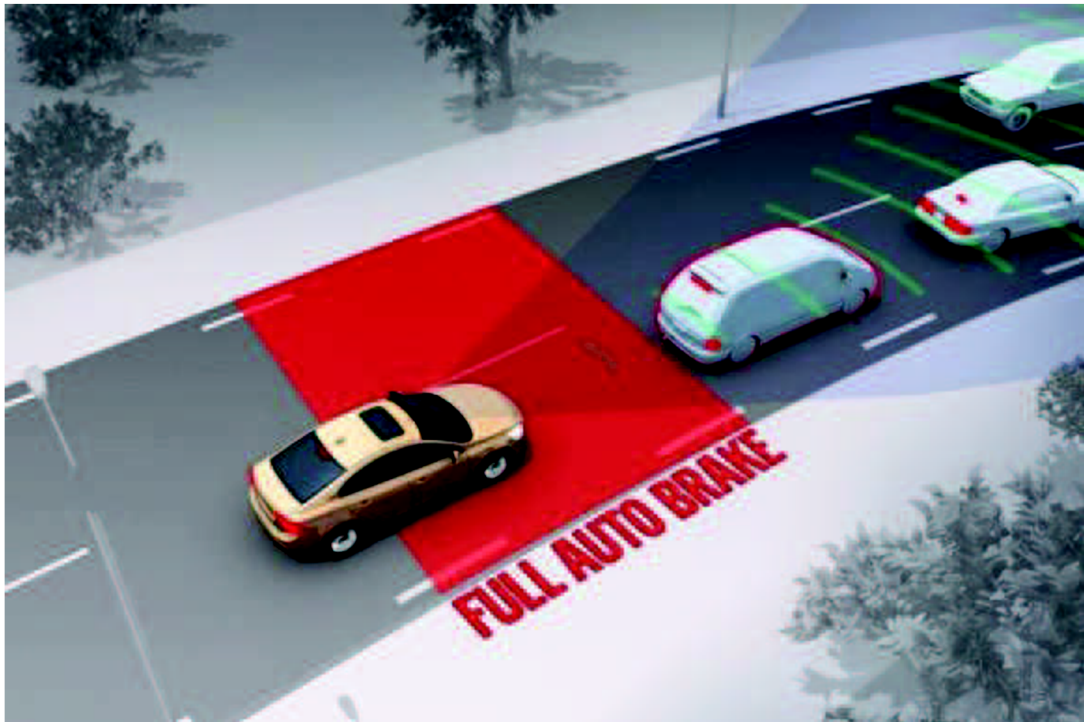


Obrázek 25, Volvo Pedestrian Detection, zdroj: [17]



Obrázek 26, Varování řidiče před chodcem, zdroj: [17]

Radar, který je umístěný za čelním sklem umí dokonce rozpoznat, o jaký typ objektu se jedná (chodec, automobil, překážka,...). Podle automobilky Volvo dokáže tento systém předejít kolizi s chodci až do rychlosti 35 km/h. Ovšem Volvo Pedestrian Detection je účinný i při vyšších rychlostech, kdy například zpomalí vozidlo a tím sníží následky kolize. Podle automobilky dojde při rychlosti 50 km/h ke snížení rychlosti na 25 km/h, tím se riziko zranění chodce sníží minimálně o 25% a v některých případech až o 85%. Záleží na konkrétní situaci. V roce 2013 rozšířilo Volvo tento systém i o detekci cyklistů. [17]

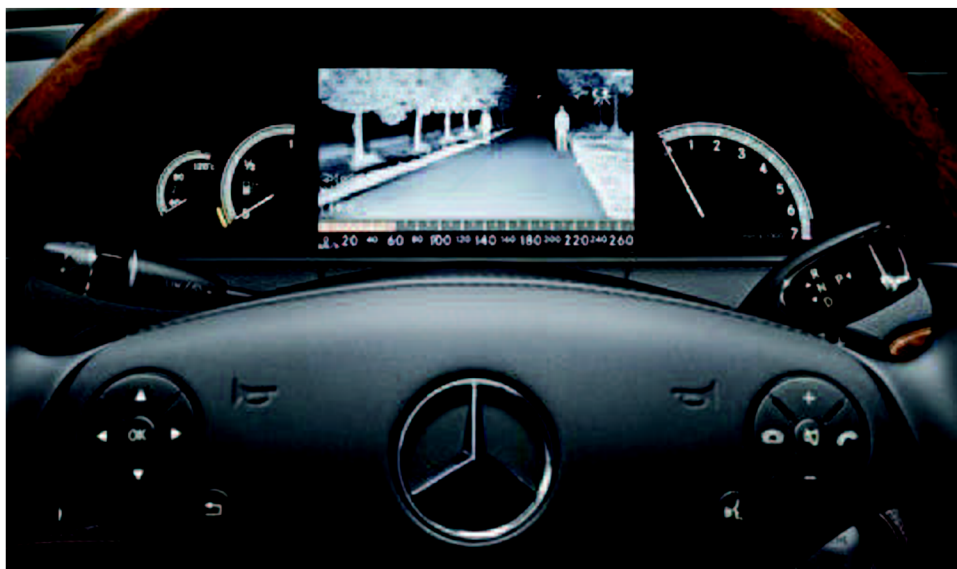


Obrázek 27, Aktivování brzd na plné brzdění, zdroj: [17]

4.4 Systémy nočního vidění

Systémy nočního vidění jsou zatím používané hlavně u luxusních automobilů, ovšem je jen otázkou času, kdy se začnou rozšiřovat do nižších segmentů.

Systémy nočního vidění můžeme rozdělit na dva typy – aktivní a pasivní. Aktivní systém používá Mercedes-Benz a Toyota/Lexus, tento typ je vybaven speciálními světlomety, které vyzařují do okolí infračervené paprsky, jejich obraz snímají citlivé kamery. [18]

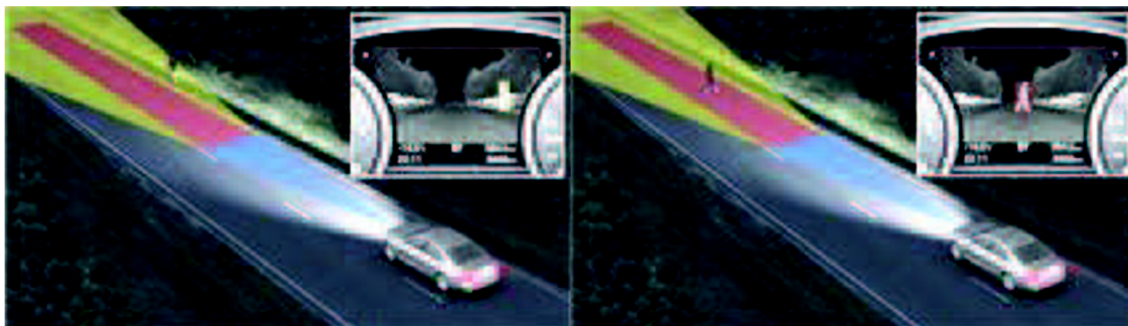


Obrázek 28, Aktivní systém nočního vidění Mercedes-Benz, zdroj: [18]

Pasivní systém využívají značky Audi, BMW, Cadillac a Honda. Tento systém do okolí nic nevysílá, ale pouze vytváří obraz na základě tepelného záření okolních předmětů.

Kvalitnější obraz poskytují aktivní systémy, avšak pasivní systémy mají větší dosah – až 300 metrů. [18]

Nejvyspělejší systémy jsou navíc vybaveny funkcí rozpoznávání chodců, případně zvířat v předpokládané dráze vozidla. V případě hrozícího nebezpečí je řidič upozorněn. Tento systém je založen na náročném zpracování a vyhodnocení dat. Výsledný obraz je řidiči zobrazen na displeji na přístrojové desce nebo na head-up displeji na čelním skle. [18]



Obrázek 29, Systém nočního vidění s funkcí rozpoznání chodce, zdroj: [18]

Prvním vozidlem se systémem nočního vidění byl Cadillac DeVille modelového roku 2000 až 2005. V roce 2002 Cadillac následovala Toyota/Lexus a od roku 2005 začaly montovat systém i německé automobilky BMW a Mercedes-Benz, ke kterým se v roce 2010 přidalo i Audi. Systém nočního vidění vyrábí taky Honda, která již v roce 2004 jako první na světě nabízela funkci na rozpoznávání chodců. [18]

4.5 Systémy automatického nouzového brzdění

Mnoho nehod je způsobeno pozdním brzděním nebo brzděním s nedostatečnou silou. Řidič může začít pozdě brzdít z několika důvodů: může být roztržitý nebo nepozorný, může být špatná viditelnost nebo ho oslní slunce nebo může nastat situace, kdy vozidlo vepředu neočekávaně začne brzdít. [8]

Několik automobilek vyvinulo technologie, které by měly pomoci zabránit havárii nebo alespoň snížit jejich závažnost. Tyto systémy se nazývají systémy automatického nouzového brzdění (AEB). To znamená, že se chovají nezávisle na řidiči a začnou brzdít vozidlo pouze v kritické situaci. [8]

AEB systémy zlepšují bezpečnost dvěma způsoby: Za prvé, pomáhají zabránit nehodám tím, že identifikují kritickou situaci a varují včas řidiče. Za druhé sníží rychlost nárazu vozidla a v některých případech připraví vozidlo a zádržné systémy na kolizi. [8]

Většina AEB systémů využívá radar nebo lidar (optická dálková průzkumná technologie, která může měřit vzdálenost, nebo jiné vlastnosti, podle odrazu laserového světla) k identifikaci potenciální překážky před vozidlem. Pokud hrozí kolize, AEB systémy se nejdříve pokusí řidiče varovat a pokud řidič nijak nezareaguje, pak systém sám začne brzdít. Některé systémy používají plnou brzdovou sílu, jiné jen částečně brzdí, ale všechny systémy jsou vyvinuty tak, aby zabránily kolizi vozidla s nějakým předmětem nebo alespoň snížili následky kolize tím, že co nejvíce sníží rychlost. Některé systémy se vypnou, jakmile zjistí, že řidič zareagoval na varovný signál a sám začal brzdít. Jelikož všechny systémy využívají radarový nebo lidarový senzor, tak je potřeba, aby měly tyto senzory dobrý „výhled“ před vozidlo. Jejich účinnost může snížit znečištění jako je například bláto, sníh, špína, listí nebo špatné povětrnostní podmínky jako mlha nebo hustý déšť. Od roku 2010 bylo od Euro NCAP za tento systém oceněno 7 automobilek a to Volvo, Mercedes-Benz, Honda, Volkswagen, Ford, Audi a Škoda. [8]

4.5.1 Volvo City Safety

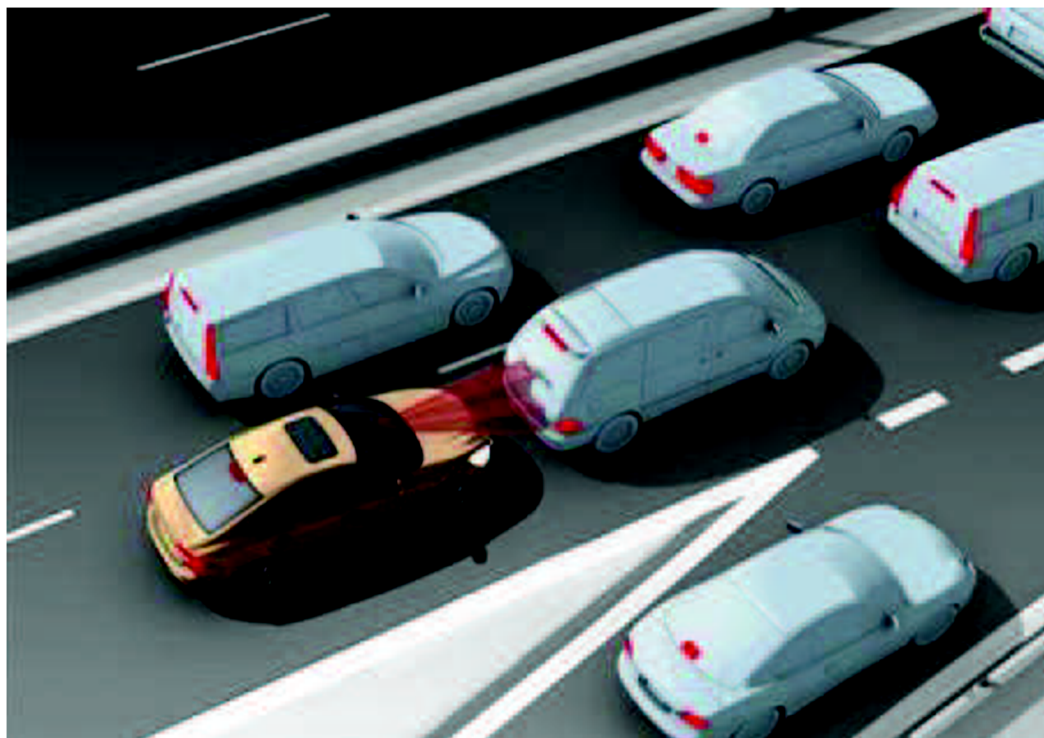
Tento systém pracuje v rozmezí 3,6 km/h až 30 km/h. Využívá lidar sensorů v horní části čelního skla k monitorování 10 m prostoru před vozidlem. Pokud se vozidlo dostane do situace, kdy by došlo ke kolizi, systém City Safety nachystá brzdy a zcitliví brzdový systém tak, aby automobil byl připraven reagovat rychleji na brzdový účinek řidiče. Pokud řidič stále nereaguje a hrozí kolize, systém nezávisle velmi tvrdě přibrzdí. City Safety je velmi neobvyklý systém automatického nouzového brzdění, jelikož neupozorní řidiče na blížící se kolizi a sám začne brzdit velmi silně a velmi pozdě. Toto chování je záměrné, jelikož systém zasahuje velmi pozdě a nepohodlně, řidič se nestane na něm závislý před zabráněním nehod. [8]

Pokud je relativní rychlost mezi vozidlem a překážkou menší než 15 km/h, vozidlo bude umět plně zastavit. Jestliže je rychlost větší, systém pouze sníží následky kolize tím, že sníží rychlost nárazu. Pokud řidič sám zareaguje na blížící se kolizi buď prudkou zabrzděním nebo zatočením před překážkou, systém City Safety se sám deaktivuje.

Tento systém funguje jen do rychlosti 30 km/h, tím se zaměřuje na zadní nárazy, které vznikají při městském provozu. Odhaduje se, že tento systém by měl být výhodou ve více než polovině všech zadních nárazech. [8]

Systém City Safety je ve výchozím nastavení zapnutý, ale řidič ho může vypnout. Při každé nové jízdě se automaticky zapne. Jelikož tento systém funguje pouze mezi 3,6 km/h a 30 km/h, tak nebude pomáhat při dálničních rychlostech. Lidar dokáže detekovat pouze předměty, které stojí nebo se pohybují ve stejném směru. Aby se zabránilo snížení účinnosti senzoru, je proto umístěn v prostoru, který je stírán stěrači. [8]

Tento systém byl v roce 2010 oceněn od Euro NCAP za instalaci ve Volvo XC60 v němž je nabízen již ve standardní výbavě vozidla ve všech evropských zemích. Do roku 2013 byly tímto systémem vybaveny a oceněny i modely V60 Plug-In Hybrid, V40 a V60. [8]

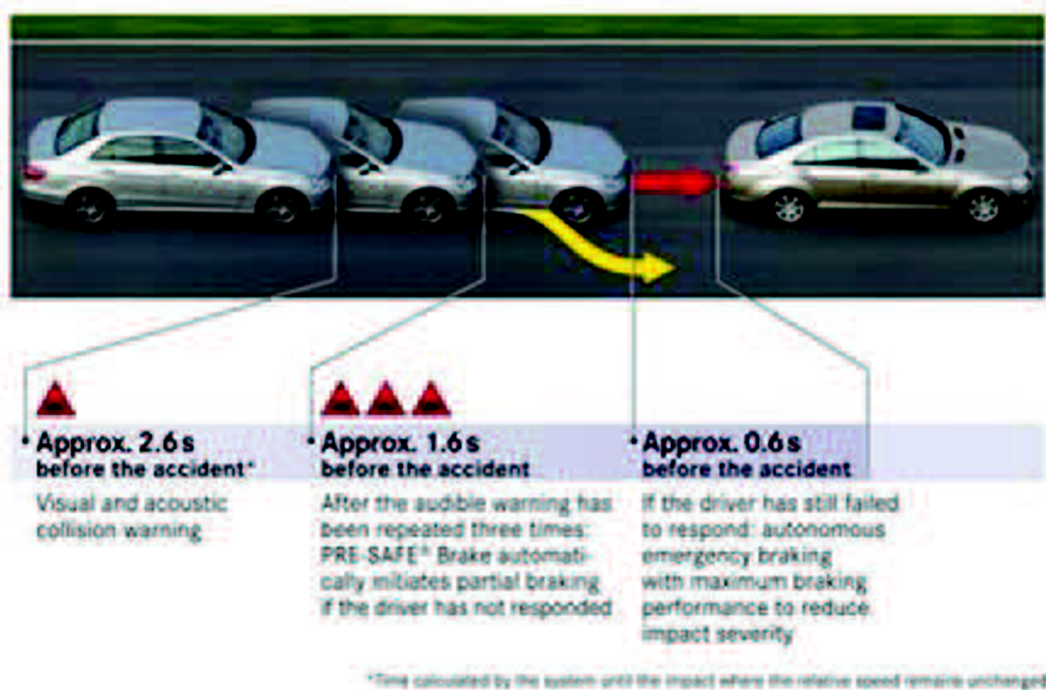


Obrázek 30, Volvo City Safety, zdroj: [8]

4.5.2 Mercedes-Benz PRE-SAFE Brake

Pre-Safe Brake systém využívá radarových snímačů k identifikování nebezpečných situací. Systém pracuje od 30 km/h do 200 km/h a využívá radarové reflexe překážek až 200 m před vozidlem. Asi dvě a půl sekundy před tím, než dojde k nárazu, je řidič upozorněn na blížící se nebezpečí. Pokud v této fázi řidič začne sám brzdit, automobil sám přidá potřebnou brzdovou sílu, aby bylo možné bezpečně vozidlo zastavit bez ohledu na to, jakou sílu vyvíjí řidič na brzdový pedál. Ovšem, pokud v nebezpečné situaci řidič nereaguje na upozornění, přibližně jeden a půl sekundy před srážkou začne automobil částečně brzdit a připraví bezpečnostní pásy na náraz. Pokud systém Pre-Safe Brake vyhodnotí, že se srážce nelze vyhnout, automobil vyvine maximální brzdovou sílu, aby snížil co nejvíce rychlost nárazu. [8]

Systém je vyvinut spíše na vysokorychlostní nehody než na městské nehody při nízkých rychlostech. Tento systém není ve výchozím nastavení zapnutý. Pokud je zapnutý a řidič ho vypne, tak zůstane vypnutý do doby, než ho řidič zase zapne. Systém dostal ocenění od Euro NCAP za dostupnost v Mercedes-Benz třídy E, který má tento bezpečnostní prvek pouze ve volitelné výbavě, která není dostupná ve všech evropských zemích. Tento systém využívají i Mercedes-Benz třídy C, C Coupé a třídy M. [8]



Obrázek 31, Mercedes-Benz Pre-Safe Brake, zdroj: [8]

4.5.3 Mercedes-Benz Collision Prevention Assist

Tento systém Mercedesu má dvě hlavní funkce, varování před blížící se kolizí a brzdový asistent. Systém využívá radar, který monitoruje objekty před vozidlem ve vzdálenosti až 80 m. Informace z radaru kombinuje parametry jako je rychlost objektu a trajektorie pro výpočet pravděpodobnosti kolize. Pracuje v rychlostech od 30 km/h do 250 km/h. Pokud je vysoká pravděpodobnost kolize s jiným pohybujícím se předmětem, tak systém vydá varování řidiči. Zároveň je aktivován systém Pre-Safe, který je popsán v kapitole 4.5.2. [8]

Odhaduje se, že asi 19% všech nehod v Německu je způsobeno zadním nárazem, asi 70% všech těchto nehod bylo způsobeno pozdní reakcí řidiče nebo nepřiměřeným brzděním. Na takovéto případy je Collision Prevention Assist zaměřen a pomáhá řidiči včas brzdit, aby se zabránilo nehodě. [8]

Collision Prevention Assist využívá radarové odrazivosti, proto je důležitý čistý výhled před vozidlo. Collision Prevention Assist je montován ve standardní výbavě do Mercedes-Benz třídy B. Tento systém od roku 2012 využívá i nová generace Mercedes-Benz třídy A. [8]



Obrázek 32, Mercedes-Benz Collision Assist, zdroj: [8]

4.5.4 Honda Collision Mitigation Brake System

Collision Mitigation Brake systém (CMBS) od Hondy využívá k detekování statických a pohyblivých objektů radarovou odrazivost objektů na vzdálenost 100 m před vozidlo. Tento systém se aktivuje při rychlosti nad 15 km/h. Když systém zjistí, že vozidlo s pravděpodobností narazí, zahájí se tří stupňový proces. V první fázi, přibližně 3 sekundy před nárazem je řidič zvukově i vizuálně upozorněn na blížící se nebezpečí. Pokud nebezpečí nárazu nadále přetrvává, tak ve druhé fázi, typicky 2 sekundy před nárazem, systém připraví bezpečnostní pásy na náraz a začne sám částečně brzdit. Nakonec, pokud je už havárie nevyhnutelná, tak CMBS plně napne bezpečnostní pásy a začne velmi tvrdě brzdit. Toto automatické brzdění může doplnit řidič vlastním vynaložením maximální brzdě síly. [8]

Během všech fází je možné systém vypnout a to tak, že řidič odvrátí nehodu tak, že se jí vyhne. V takovém případě se uvolní pásy a vypne se zvukové i vizuální varování.

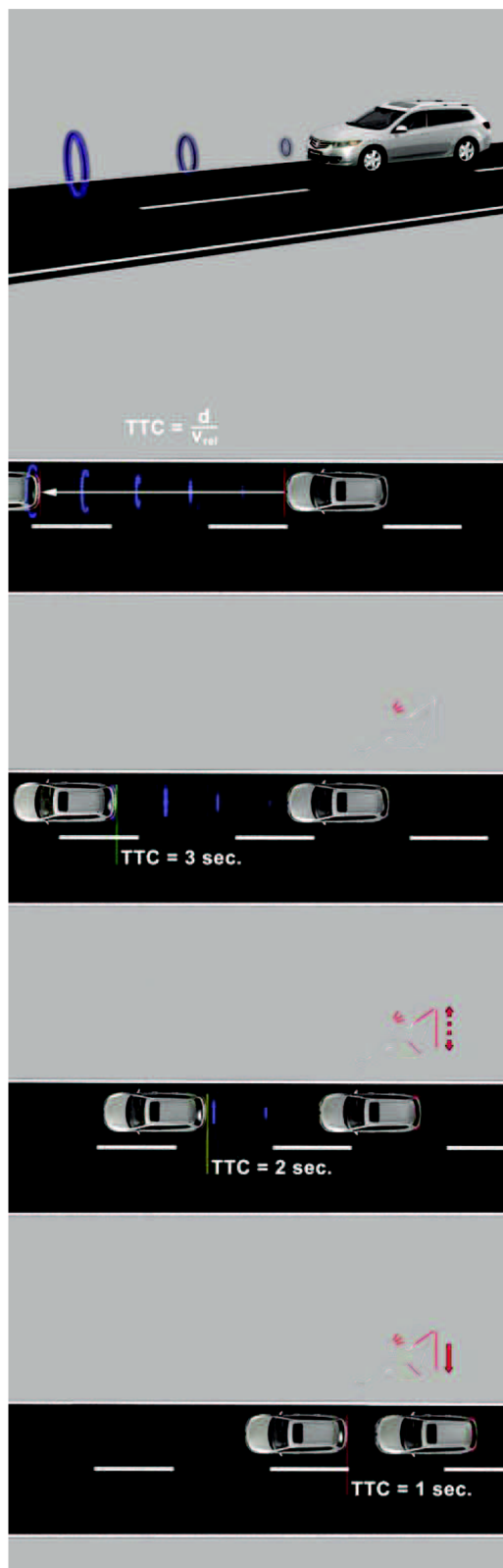
CMBS je navržen tak, aby zabránil nárazu do stacionárních nebo pohyblivých předmětů ve stejném směru jízdy. Systém je navržen na varování řidiče před nebezpečím nárazu jak při nízkých městských rychlostech, tak i vysokých dálničních rychlostech nad 100 km/h. [8]

Tento systém není ve výchozím nastavení zapnutý, ani se sám před jízdou nezapne. Řidič může tento systém zapnout a vypnout tlačítkem na palubní desce. CMBS je tak dlouho aktivní, dokud je tlačítko v poloze „zapnuto“. V případě snížení účinnosti senzoru je řidič varován, že došlo ke zhoršení radarové detekci. [8]

CMBS byl jedním z prvních systému automatického brzdění, jež využívá jediný radarový senzor, který za normálních okolností dokáže detekovat všechny velikosti vozidel, od malého motocyklu po velké kamióny, ovšem nedokáže detekovat cyklisty.

Honda dostala ocenění za tento systém od Euro NCAP za instalaci v modelu Honda Legend, kde je tento systém nabízen ve standardní výbavě vozidla ve všech evropských

zemích. CMBS je montován i do Hondy CR-V a Hondy Accord, ovšem pouze ve volitelné výbavě a ne ve všech evropských zemích. V roce 2012 se těmto modelům přidala i Honda Civic. [8]



Obrázek 33, Honda Collision Mitigation Brake System, zdroj: [8]

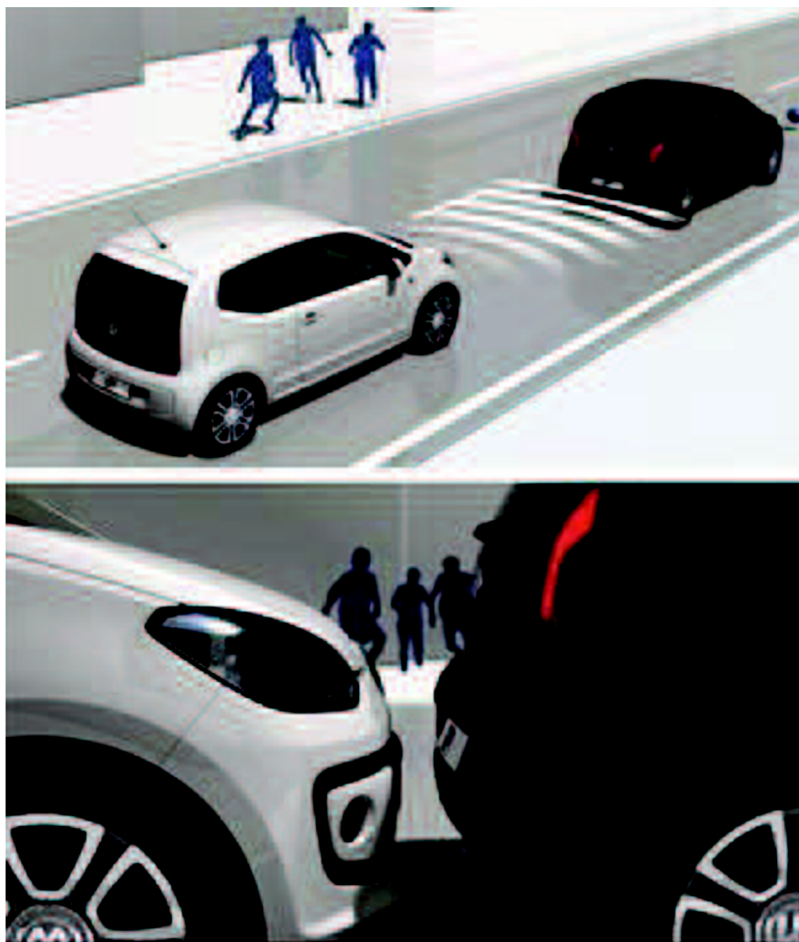
4.5.5 Volkswagen City Emergency Brake

Tento systém pracuje v rychlostech od 5 km/h do 30 km/h a monitoruje oblast 10 m před vozidlem. Pokud hrozí vozidlu kolize, tak City Emergency Brake systém nejprve připraví brzdy a nastaví brzdový asistent na vyšší citlivost. Pokud řidič stále nereaguje na blížící se nebezpečí, systém vozidlo velice tvrdě sám přibrzdí. V ideálním případě vůz bude schopen zcela zastavit, jestliže bude jeho relativní rychlost mezi ním a překážkou menší než 20 km/h. Při vyšší relativní rychlosti, nebude schopen vůz zastavit, ale pouze co nejvíce sníží nárazovou rychlost. Jestliže řidič sám zareaguje na blížící se nebezpečí, například prudkým zabrzděním nebo zatočením, City Emergency Brake systém se sám vypne a nechá řidiče dokončit jeho vyhýbající manévry. [8]

Tento systém řidiče nijak nevaruje před blížícím se nebezpečím kolize, ale začne sám brzdit velmi pozdě a velice tvrdě, důsledek toho je, že takové chování je pro řidiče nepohodlné a tudíž se nestane na tomto systému závislý. [8]

City Emergency Brake systém funguje jen do rychlosti 30 km/h, takže se zaměřuje na městské kolize vozidel při nízkých rychlostech a tudíž nebude fungovat při dálničních rychlostech. Tento systém je při každé nové jízdě automaticky nastaven na „zapnuto“, ale řidič ho může deaktivovat. Lidar dokáže detekovat vozidla nebo předměty, které stojí nebo se pohybují ve stejném směru. Snímač je umístěn v čelním skle v prostoru stěračů, aby se zamezilo jeho znečištění. [8]

Tento systém v roce 2011 začal využívat VW UP!, kde je nabízen ve volitelné výbavě vozu. Ale ta se může v různých zemích měnit. [8]



Obrázek 34, VW City Emergency Brake, zdroj: [8]

4.5.6 Volkswagen Front Assist

Tento systém využívá radar umístěný v přední části vozu, který monitoruje oblast 80 m před vozidlem. Informace z radaru je kombinovaná s daty z kamery umístěné za předním sklem, která vypočítává pravděpodobnost nárazu. Pokud systém vyhodnotí, že dojde ke kolizi, tak nejprve upozorní řidiče akustickým a vizuálním varovným signálem a připraví brzdy na případný vyhybající manévr. Když stále řidič nereaguje, systém vytvoří malé, ale tvrdé přibrzdění, jako varování na to, aby řidič začal sám reagovat. Ve stejný okamžik jsou brzdy připraveny na brzdny účinek od řidiče, Front Assist bude automaticky aplikovat potřebnou brzdnu sílu na snížení následků nárazu. Jestliže řidič i nadále nereaguje, systém začne sám brzdít, aby co nejvíce snížil rychlost a tím i náraz. [8]

Při rychlosti do 30 km/h systém vyvine plnou brzdnu sílu. V těchto rychlostech dokáže detekovat stojící i pohybující se objekty. V dopravním provozu v rozmezí rychlostí 30 km/h až 200 km/h vytvoří maximální možné varovné signály, částečné brzdění a aktivuje brzdny asistent. [8]

Je funkční ve městech při malých i dálničních rychlostech. Řidič ho může vypnout, informace o vypnutí se potom zapíše do klíčku zapalování. Zůstane vypnutý do té doby, dokud ho zase majitel stejného klíčku nezapne. [8]

Volkswagen byl za tento systém oceněn od Euro NCAP za dostupnost v modelu Golf sedmé generace, kde je nabízen jako volitelná výbava. [8]

4.5.7 Ford Forward Alert

Systém Forward Alert využívá radarové odrazivosti od objektů k identifikaci nebezpečné situace. Je aktivní v rychlostech od 7 km/h až do 180 km/h a monitoruje objekty před vozem vzdálené až 200 m daleko. Přibližně 2,5 sekundy před nárazem je řidič varován o blížícím se nebezpečím. Pokud řidič pustí plynový pedál, automobil automaticky sám lehce brzdí. Jakmile řidič sám začne brzdít, je aplikována maximální brzdna síla bez ohledu na to, jakou silou řidič brzdí. [8]

Varuje řidiče v městském provozu při nízkých rychlostech i na dálnici při vyšších rychlostech. Řidič ho může vypnout a zůstane vypnutý do té doby, dokud ho zase nezapne. Při každé nové jízdě není tedy automaticky nastaven na „zapnuto“. Stav systému je neustále indikován piktogramem na přístrojové desce. [8]

Je používán ve vozidle Ford Focus od roku 2011 ve volitelné výbavě. [8]



Obrázek 35, Ford Forward Alert, zdroj: [8]

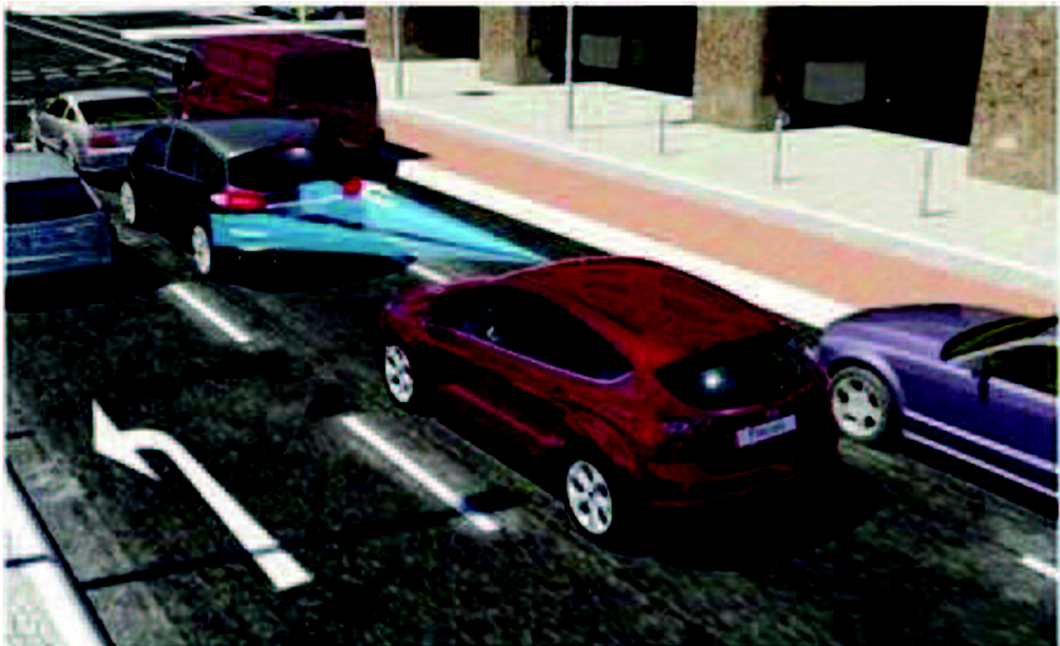
4.5.8 Ford Active City Stop

Active City Stop je aktivní do rychlosti 30 km/h a využívá lidar senzor umístěný v horní části čelního skla. Lidar monitoruje oblast ve vzdálenosti pouze 7,6 m před vozidlem. Jakmile systém detekuje brzdící vozidlo vepředu, pohybující se nebo stojící objekt, a vyhodnotí, že může nastat kolize, připraví brzdy na brzdění. Jestliže řidič nereaguje na nebezpečí (nezabrdí nebo nezatočí), automobil začne automaticky brzdít. Pokud je relativní rychlost mezi vozidlem a překážkou menší než 15 km/h, systém Active City Stop může řidiči pomoci zcela zabránit kolizi s překážkou. Je-li relativní rychlost v rozmezí 15 km/h až 30 km/h a náraz je i díky brzdění nevyhnutelný, Active City Stop se zaměří na co největší snížení rychlosti a tím snížení následků kolize. [8]

Pokud řidič začne reagovat, aby se vyhnul kolizi buď brzděním, nebo zatočením, systém se deaktivuje. Nijak nevaruje řidiče před nebezpečím, ale sám začne velmi pozdě a velmi prudce brzdít. Díky tomu se řidič na něm nestane závislý, jelikož takové chování je pro něj velmi nepříjemné. [8]

Zaměřuje se jen na nehody v městském provozu, kde se vozy pohybují nízkou rychlostí. Automaticky je nastaven na „zapnutý“. Řidič ho může vypnout, ale před každou novou jízdou vozidla se sám zapne. Využívá lidar senzoru a umí detekovat stojící objekty nebo pohybující se objekty ve směru jízdy. Senzor je umístěn v čelním skle v oblasti, kde zasahují stěrače a kde je sklo elektricky vyhříváno. [8]

Byl oceněn Euro NCAP ve využití ve Ford Focus modelového roku 2011, kde je nabízen ve volitelné výbavě. V roce 2012 se k tomuto vozidlu přidal i Ford B-Max.



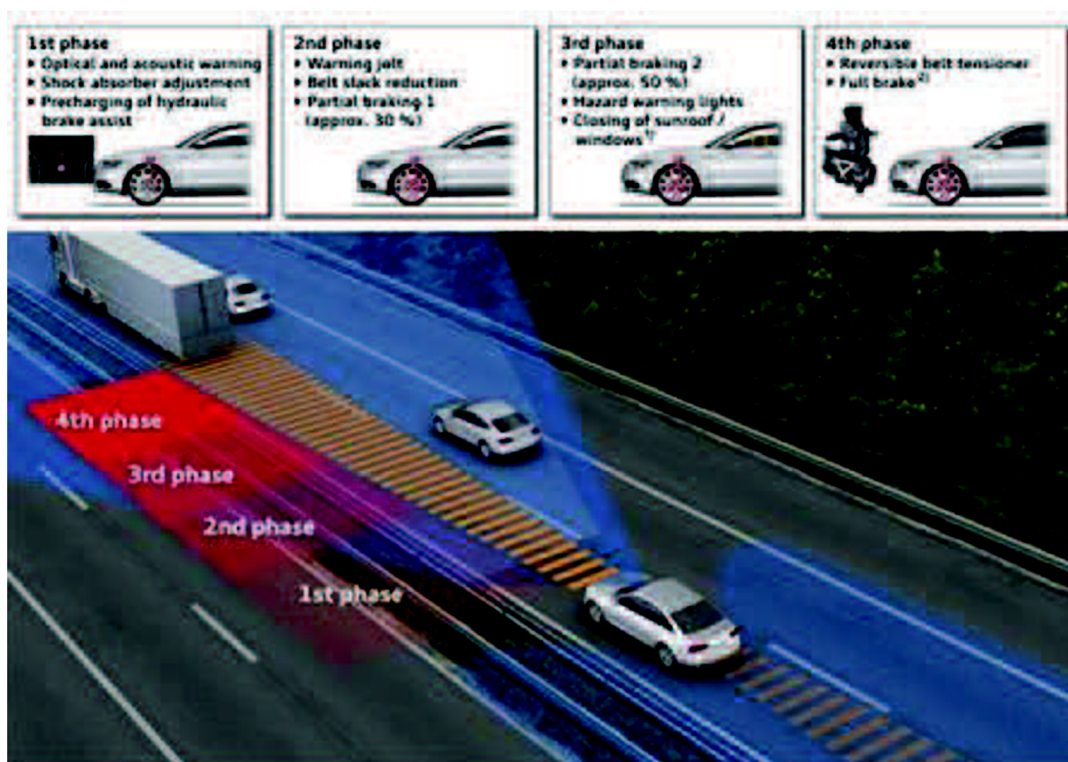
Obrázek 36, Ford Active City Stop, zdroj:[8]

4.5.9 Audi Pre Sense Front Plus

Systém využívá dva radary umístěné v přední části vozu, které detekují objekty do vzdálenosti až 80 m před vozidlem. Informace z radaru je kombinována s kamerou umístěnou za čelním sklem, které vypočítává pravděpodobnost kolize. Pracuje ve čtyřech fázích. V první fázi vypočítává pravděpodobnost kolize a varuje řidiče akustickým a vizuálním signálem a připraví vozidlo na brzdění a vyhýbající manévr. Ve druhé fázi při neadekvátní reakci řidiče

dojde k malému brzdnému účinku, jako upozornění, aby řidič začal reagovat na blížící se nebezpečí. Ve stejný okamžik jsou připraveny brzdy na plný brzdový účinek v případě, že by řidič začal brzdít bez ohledu na to, jakou silou brzdí a zároveň se více přitáhnou i bezpečnostní pásy. Pokud i nadále řidič nereaguje, tak ve třetí fázi začne systém více brzdít, spustí výstražná světla a začne uzavírat všechna okna. Výstražná světla vůz spustí proto, aby varoval ostatní účastníky silničního provozu o hrozícím nebezpečí. Nakonec ve čtvrté fázi, kdy už havárii nelze zabránit, vyvine systém maximální brzdovou sílu na snížení rychlosti a tím i snížení následků. Pre Sense Plus pracuje až do rychlosti 200 km/h, takže i všechny čtyři fáze jsou do této rychlosti aktivní. [8]

Systém zůstane vypnutý do té doby, dokud ho zase majitel stejného klíčku nezapne. Audi dostalo za něj ocenění od Euro NCAP za využití v modelu Audi A6, kde je nabízen pouze ve volitelné výbavě. Stejně ocenění dostalo Audi i za jednodušší systém Pre Sense, který funguje na stejném principu jako VW Front Assist (kapitola 4.5.6).



Obrázek 37, Audi Pre Sense Front, zdroj:[8]

4.5.10 Skoda Front Assistant

Systém využívá radar umístěný v přední části vozidla, který detekuje předměty ve vzdálenosti 80 m před vozem pomocí odrazivosti radarových signálů. Informace z předního radaru může být na přání kombinovaná s kamerou umístěnou za předním sklem, která počítá pravděpodobnost kolize s předmětem. Využívá stupňující se opatření, aby co nejvíce pomohl řidiči zabránit kolizi. Nejdříve vypočítává pravděpodobnost kolize, upozorní řidiče akustickým a vizuálním varovným signálem a připraví brzdový systém na případný vyhýbající manévr. Při nulové reakci řidiče a zvyšujícím se nebezpečí kolize dojde ke krátkému, ale prudkému přibrzdění, jako varovný signál, aby řidič začal reagovat na vzniklou situaci. Současně jsou v tomto okamžiku připraveny brzdy tak, že když řidič začne brzdít jakoukoliv silou, tak Front Assistant bude aplikovat potřebnou brzdovou sílu na zabránění

střetu nebo snížení rychlosti a zmírnění následků střetu. Pokud i nadále řidič nereaguje, systém sám začne brzdit. [8]

Do rychlosti 30 km/h Front Assistant aplikuje plnou brzdou sílu, v těchto rychlostech detekuje stacionární nebo pohyblivé objekty. V pohybujícím se provozu mezi rychlostmi od 30 km/h do 200 km/h využívá plnou kapacitu všech svých varovných signálů, částečného brzdění a následně i brzděného asistentu. [8]

Není primárně nastaven na „zapnuto“, ale před každou jízdou ho řidič může vypnout, informace o vypnutí je potom uložena do klíčku zapalování a zůstane vypnutý, dokud ho uživatel stejného klíče zapalování opět nezapne. [8]

Škoda jej nabízí od roku 2013 v nové generaci Škody Octavia jako volitelnou výbavu. Nová Škoda Octavia získala v roce 2013 v hodnocení nárazových testů Euro NCAP druhé nejlepší hodnocení v ochraně chodců vůbec, lepší hodnocení dostalo pouze Volvo V40 díky svému externímu airbagu (kapitola 3.4.1). [8]



Obrázek 38, Skoda Front Assistant, zdroj: [8]

5 Objektivní hodnocení efektivity systémů

Od roku 2010 Euro NCAP Advanced oceňuje a uznává automobilky, které vytvoří nové bezpečnostní technologie demonstrující prokazatelné bezpečnostní výhody pro veřejnost. Pomocí ohodnocení technologií Euro NCAP poskytuje automobilkám pobídku k tomu, aby urychlily montáž důležitých bezpečnostních zařízení jako standardní výbavu u všech jejich modelových řad. [8]

Co jsou pokročilé bezpečnostní systémy? Dostupnost vyspělých bezpečnostních technologií může dále zlepšovat bezpečnost vozu nad úroveň hodnocení nárazových testů. Mnoho z těchto technologií se zaměřuje na předcházení havárií pomocí informování a upozornění o nebezpečné situaci a pomohou řidiči zabránit nehodě. Některé technologie připraví bezpečnostní systémy vozidla na havárii s cílem poskytnout nejlepší možnou ochranu všech účastníků nehody. Dokonce jiná technologie, kterou je automatické tísňové volání může pomoci v rozhodujících minutách přivolat včasnou pomoc. [8]

Pokročilé bezpečnostní systémy vymezují dnešní hranice ve vývoji bezpečných automobilů. Bohužel, většina kupujících není o těchto technologiích informována v dostatečné míře. [8]

Patří mezi ně:

- Monitorování mrtvého úhlu,
- Hlídkání vozidla v jízdním pruhu,
- Systémy na čtení rychlostních značek,
- Automatické nouzové brzdění,
- Upozornění na nebezpečí,
- Automatické tísňové volání,
- Systémy na zabránění kolize,
- Systémy na zlepšené vidění.

Objektivní odborníci společnosti Euro NCAP zkoumají funkčnost a efektivitu jednotlivých technologií. Výsledky porovnávají s informacemi, které jim poskytne automobilka. Prostřednictvím důsledné analýzy jak byla tato technologie vyvinuta, testována a ověřována se potom podle zkušeností z reálné situace určí, jaký má technologie výkon a efektivitu. Pokud jsou k tomu dobré důvody, tak Euro NCAP ohodnotí technologii a vyzdvihne poznatky na svých webových stránkách. Hodnocení technologií je zobrazeno u testovaného vozu pomocí loga společnosti Euro NCAP. Nespadá mezi procentuální ani hvězdičkové ohodnocení vozu, ale automobilka se může chlubit, že právě její vozidlo je ohodnoceno, což může výrazně prospět k prodeji vozu. [8]

Make and model	Overall rating	Adult	Child	Pedestrian	Safety assist	Comparison
 Alfa Romeo Giulietta	2010 ★★★★★	97%	85%	63%	86%	+ 🔍
 Audi A3	2012 ★★★★★	95%	87%	74%	86%	+ 🔍 🚗
 BMW 1 series	2012 ★★★★★	91%	83%	63%	86%	+ 🔍 🚗

Obrázek 39, Hodnocení vozidel podle Euro NCAP, zdroj: [8]

V červenci 2012 testoval motoristický magazín Auto Motor und Sport ve spolupráci s nezávislou společností TÜV SÜD systémy automatického nouzového brzdění, které jsou popsány výše, na vozidlech Ford Focus, Honda Civic, Mercedes-Benz třídy B, Volvo S60, VW UP! a VW Passat a zjišťoval, jak se tyto vozy dokážou vyhnout nehodám. Kritériem výsledků byly skutečné nehody z roku 2010. V testu nebyly zahrnuty situace, kdy se na vozovce najednou objevil chodec, protože dané systémy jsou ovlivněny délkou potřebné doby na detekci překážky. [19]

Přestože automobily byly vybaveny určitými technologiemi, došlo k několika výrazným nedostatkům.

Systémy od VW (City Emergency Brake, Front Assist) by mohly zabránit téměř každé kolizi do 30 km/h, ovšem ne vždy upozornily řidiče akustickým a optickým varovným signálem. Stejně tak i Ford Focus vybavený systémem Active City Stop zapomínal na varování řidiče při rychlosti 30 km/h. Vzhledem k jeho pozdnímu brzdění měl velmi vysokou relativní rychlost 24,6 km/h před nárazem. [19]

CMBS systém od Hondy byl během celého testu velmi nekonzistentní v brzdění. Při rychlostech menších než 30 km/h, vzhledem k pomalé automatické reakci nezabránil kolizi, avšak alespoň poskytoval včasné varování řidiče při jeho neadekvátní reakci na zabránění kolize. Radarový Collision Prevention Assist systém, který je montován jako standardní výbava do Mercedes-Benz třídy B nerozeznal stojící objekty a ani nouzové brzdění nefungovalo zcela správně. Místo automatického brzdění akorát včas varoval řidiče akustickým a vizuálním signálem a čekal, až bude řidič sám reagovat. [19]

V rychlostech od 72 km/h do 100 km/h byl systém City Emergency Brake montovaný ve VW UP! zcela neúčinný, jelikož jak už bylo napsáno výše, tento systém pracuje pouze do rychlosti 30 km/h. Systém od Volva v rychlosti 72 km/h začal řidiče upozorňovat velice brzo, kdežto systémy od VW varují spíše později. [19]

Včasné varování řidiče před blížící se kolizí může řidiče podráždit nebo mu to může vyvolat špatnou reakci na varovný signál. Řidič pak reaguje například nepřiměřeně prudkým sešlápnutím brzdového pedálu. Nepříjemné je to i v případě, že tyto systémy vyvolají falešné brzděné reakce. U VW Passat se objevil během testu velký brzdový tlak i v případě, že žádná krizová situace nenastala a tím šokoval řidiče. [19]

Naopak téměř dokonale fungoval systém od Volva v městských oblastech, který včas varoval řidiče. Tento systém by dokázal zabránit každé nehodě a umožňuje spolupráci s dalším bezpečnostním balíčkem, tzv. Driver Assistant, který obsahuje i automatické brzdění před chodci a cyklisty. Také Honda Civic, Volvo S60 a VW Passat dokázaly, společně s adaptabilním tempomatem, značně snížit nárazovou rychlost. [19]

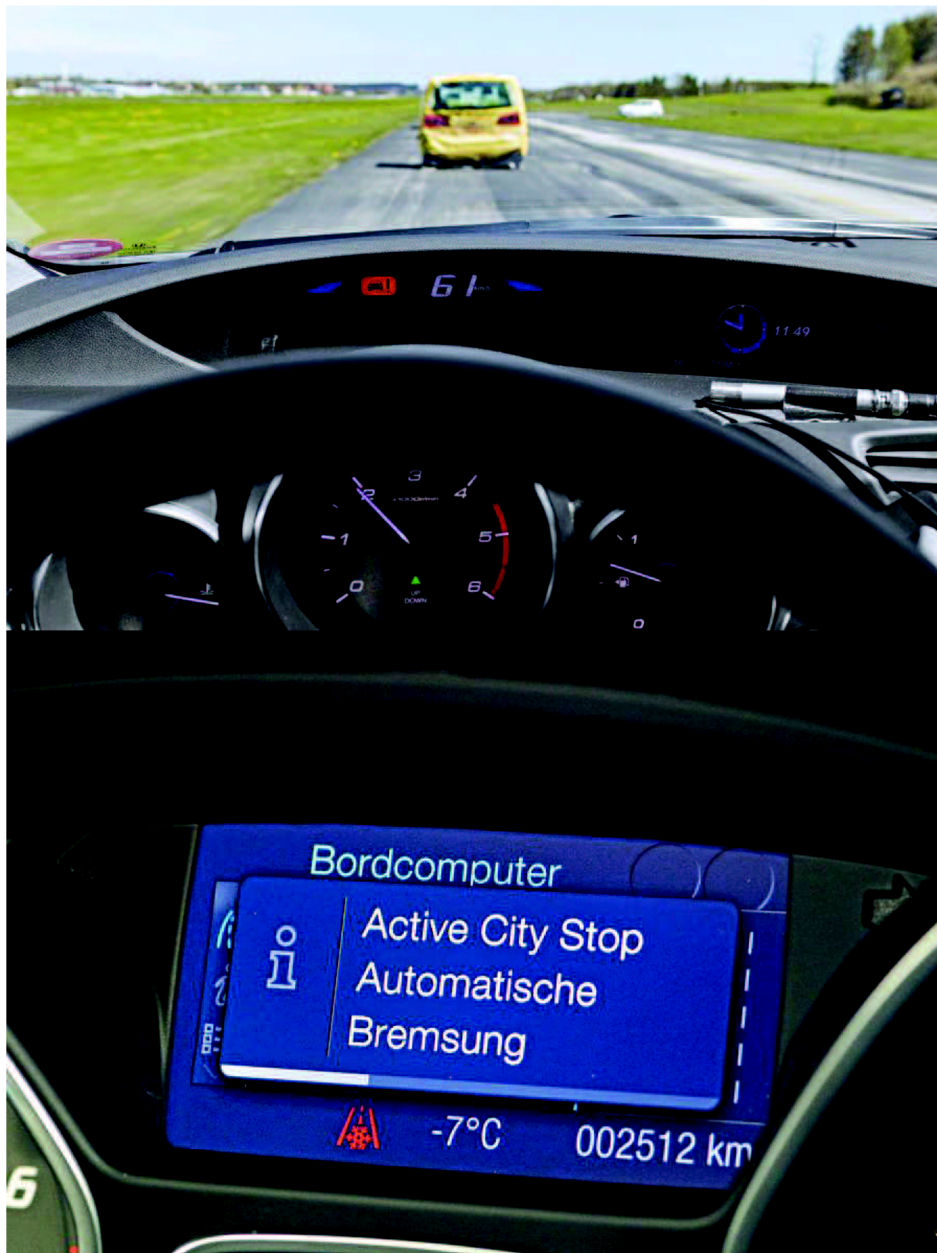
Asistenční nouzové brzděné systémy jsou bohužel zatím vzácné, protože pro zákazníky znamenají vyšší finanční náklady. Z celkového počtu kupujících automobilů Ford Focus a Honda Civic bylo jen nepatrné procento zákazníků (1,5 až 2,3%), které si bezpečnostní prvek objednalo. Takovéto bezpečnostní systémy sníží nehodovost pouze, jsou-li nabízeny ve standardní výbavě. V tomto ohledu jsou Volvo a Mercedes-Benz dobrým příkladem. [19]



Obrázek 40, Testované automobily magazínem Auto Motor und Sport, zdroj: [19]



Obrázek 41, Testování zastavení vozidla před bariérou, zdroj: [19]



Obrázek 42, Upozornění řidiče před překážkou, zdroj: [19]

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo popsat bezpečnostní systémy vozidel od historie až po současnost. Mezi nejdůležitější systémy na ochranu chodců patří systémy, které dokážou rozpoznat chodce a automaticky zpomalit nebo úplně zastavit vozidlo. Takovými systémy se zabývá několik automobilek, ovšem podle testu magazínu Auto Motor und Sport nefungují všechny tak, jak by se očekávalo. V tomto ohledu mají automobilky před sebou ještě rezervy pro zdokonalování svých systémů, aby fungovaly naprosto spolehlivě.

Mezi nejbezpečnější vozy současnosti patří modely automobilky Volvo. Pokud by všechny automobily na světě používaly stejné technologie, jako mají vozy Volvo, externí airbag, aktivní kapota, systém detekce chodců a cyklistů a automatický brzdový systém, mohlo by počet usmrcených chodců výrazně klesnout. I když automobilky některé z vyjmenovaných technologií používají, tak jsou většinou pouze ve volitelné výbavě vozidla za příplatek a jsou finančně náročné, což může zákazníky odradit. Nehodovost by se snížila pouze tehdy, kdyby musely být tyto technologie nabízeny ve standardní výbavě vozidel. Mělo by to patřit k samozřejmosti. Nutno podotknout, že i sám chodec musí respektovat pravidla silničního provozu a sám sebe chránit před možnou kolizí. Disciplinovanost by měla být na obou stranách, jak chodců, tak samotných řidičů.

Použité zdroje

- [1] Nehody chodců. *Http://www.popklub.cz* [online]. 2012 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.popklub.cz/clanky-h/nehody-chodcu>
- [2] EU - Bezpečnost silničního provozu. *Http://ec.europa.eu/* [online]. 16.11.2012 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/users/pedestrians/index_cs.htm
- [3] MÁČALA, S. Historický vývoj a moderní trendy bezpečnostních prvků osobních automobilů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 46 s.
- [4] VLK, František. Stavba motorových vozidel. 2003. Brno: František VLK, 2003. Ochrana chodců, s. 443-452. ISBN 80-238-8757-2.
- [5] MRÁZEK, J. Vliv prvku pasivní bezpečnosti vozidel při kolizích s chodci. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Ústav soudního inženýrství, 2011. 74 s.
- [6] Škoda 136 Rapid:: Katalog Automobilů. *Http://skoda.katalog-automobilu.cz* [online]. © 2003-2013 [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: <http://skoda.katalog-automobilu.cz/automobil/skoda-136-rapid>
- [7] Auto Moto ČR. *Http://www.regionycr.cz* [online]. © 2009-2013 [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: [Http://www.regionycr.cz/view.php?cislocclanku=2012120501&rstema=397&rsstat=5&rskraj=11&rsregion=36](http://www.regionycr.cz/view.php?cislocclanku=2012120501&rstema=397&rsstat=5&rskraj=11&rsregion=36)
- [8] EuroNCAP. *EuroNCAP* [online]. © 2013 [cit. 2013-02-17]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com>
- [9] ŠVANCARA, J. Ochrana chodců a bezpečnost cestujících ve vozidle. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 37 s.
- [10] Seat Leon 2.0 TDI: opravdové auto emoción (velký test) - AutoRevue.cz. *Http://www.autorevue.cz/* [online]. 2013 [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/seat-leon-20-tdi-opravdove-auto-emocion-velky-test_2
- [11] Aktivní kapota: měkčí dopad pro chodce - AutoRevue.cz. *Www.autorevue.cz* [online]. 14. 8. 2011 [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/aktivni-kapota-mekci-dopad-pro-chodce_1
- [12] Volvo má airbag pro chodce. Nafoukne se zpod kapoty - iDNES.cz. *Http://auto.idnes.cz* [online]. 1.6.2012 [cit. 2013-02-07]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/volvo-v40-ma-airbag-pro-chodce-dgo-/automoto.aspx?c=A120601_111545_automoto_fdv
- [13] První airbag pro chodce. *Www.national-geographic.cz* [online]. 13.3.2012 [cit. 2013-02-07]. Dostupné z: <http://www.national-geographic.cz/detail/video-prvni-airbag-pro-chodce-bude-ho-mit-auto-ktereho-bude-myslet-za-ridice-14195/>

- [14] WATCH-OVER [online]. © 2006 [cit. 2013-02-13]. Dostupné z: <http://www.watchover-eu.org/index.html>
- [15] GM v bezdrátové síti: Rozpoznávání chodců. *Svět Motorů*. 2012, č. 32.
- [16] Bezdrátový systém GM Wi-Fi Direct na rozpoznávání chodců. [Http://elektrickevozy.cz](http://elektrickevozy.cz) [online]. 28.7.2012 [cit. 2013-02-13]. Dostupné z: <http://elektrickevozy.cz/clanky/gm-wi-wi-direct-system-bezdratove-technologie-na-rozpoznavani-chodcu/>
- [17] Volvo Pedestrian Detection. [Http://cs.autolexicon.net](http://cs.autolexicon.net) [online]. © 2013 [cit. 2013-02-15]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/volvo-pedestrian-detection/>
- [18] Systémy nočního vidění. [Http://www.autorevue.cz](http://www.autorevue.cz) [online]. 6.8.2011 [cit. 2013-02-15]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/systemy-nocniho-videni-zatim-exkluzivita_1
- [19] Was leisten die Brems-Systeme wirklich?. [Http://www.auto-motor-und-sport.de](http://www.auto-motor-und-sport.de) [online]. 18.7.2012 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z: <http://www.auto-motor-und-sport.de/testbericht/notbremsassistenten-im-test-was-leisten-die-brems-systeme-wirklich-5098117.html>
- [20] The influence of frontal protection system design on pedestrian passive safety. *Archives of civil nad mechanical engineering*. 2011, č. 2.
- [21] Assessing the safety benefits of an advanced vehicular technology for protecting pedestrians. *Accident Analysis and Prevention*. 2008.

Seznam použitých zkratk

ABS	Anti-lock Brake System
AEB	Autonomous Emergency Brake
CMBS	Collision Mitigation Brake System
CMOS	Complementary metal–oxide–semiconductor
ESP	Electronic Stability Program
Euro NCAP	European New Car Assessment Programme
GM	General Motors
LIDAR	Light Detection And Ranging
VW	Volkswagen
Wi-Fi	Wireless Fibres