



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

ASISTENČNÍ SYSTÉMY MODERNÍCH VOZIDEL

ASSISTANCE SYSTEMS OF MODERN VEHICLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTIN PISKOŘ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR HEJTMÁNEK, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Martin Piskoř

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:

Asistenční systémy moderních vozidel

v anglickém jazyce:

Assistance Systems of Modern Vehicles

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracování přehledu moderních elektronických asistenčních systémů vozidel sloužících pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu a zlepšení jízdního komfortu pro řidiče.

Cíle bakalářské práce:

1. Definice aktivní bezpečnosti motorových vozidel a co ji ovlivňuje
2. Základní rozdělení asistenčních systémů řidiče
3. Popis jednotlivých asistenčních systémů
4. Vysvětlení funkce nejužívanějších snímačů

Seznam odborné literatury:


- [1] VLK,F. Automobilová elektronika 1 : Asistenční a informační systémy. ISBN 80-239-6462-3, Nakladatelství VLK, Brno 2006.
- [2] VLK,F. Automobilová elektronika 2: Systémy řízení podvozku a komfortní systémy. ISBN 80-239-7062-3, Nakladatelství VLK, Brno 2006.
- [3] Podvozky motorových vozidel. ISBN 80-239-6464-X, Nakladatelství VLK, Brno 2006.-7062-3, Nakladatelství VLK, Brno 2006.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Hejtmánek, Ph.D.


Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 26.11.2013





prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu



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



ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá asistenčními systémy moderních vozidel. V první části je stručně popsána pasivní a aktivní bezpečnost motorových vozidel včetně rozdílů mezi těmito typy bezpečnosti motorových vozidel. Druhá část se věnuje základnímu rozdělení asistenčních systémů. Třetí část se zabývá podrobnějším popisem funkce jednotlivých asistenčních systémů. V závěrečné části jsou popsány funkce nejpoužívanějších snímačů, které ke své činnosti asistenční systémy využívají.

KLÍČOVÁ SLOVA

aktivní bezpečnost, asistenční systémy motorových vozidel, snímače asistenčních systémů

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with assistance systems of modern vehicles. The first part describes active and passive safety of modern vehicles. Differences of active and passive safety are mentioned in first part too. The second part attends to basic split of assistance systems. The third part presents description of some assistance systems, which are installed in modern vehicles. In conclusion, there is description of the most common sensors, which are used by assistance systems.

KEYWORDS

active safety, assistance systems of modern vehicles, sensors of assistance systems



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PISKOŘ, M. *Asistenční systémy moderních vozidel*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 61 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Hejtmánek, Ph.D.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 26. května 2014

.....

Martin Piskoř



PODĚKOVÁNÍ

Velice děkuji panu Ing. Petru Hejtmánkovi, Ph.D., mému vedoucímu bakalářské práce, za cenné rady, připomínky a náměty, jež mě vedly a pomáhaly mi při psaní této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mě po celou dobu studia podporovali, zvláště svým rodičům a rodinným příslušníkům.



OBSAH

Úvod	9
1 Bezpečnost silničního provozu	10
1.1 Pasivní bezpečnost	10
1.2 Aktivní bezpečnost	12
2 Asistenční systémy	16
3 Aktivní asistenční systémy	18
3.1 Protiblokovací systém ABS	18
3.2 Protiprokluzový systém ASR a elektronická uzávěrka diferenciálu EDS	20
3.3 Elektronický stabilizační program ESP	21
3.4 Brzdový asistent BA	23
3.5 Systémy automatického nouzového brzdění	24
3.6 Multikolizní brzda	26
3.7 Systémy udržování vozidla v jízdním pruhu	27
3.8 Asistenční systémy pro zmenšení mrtvého úhlu	29
3.9 Adaptivní tempomat	30
4 Pasivní asistenční systémy	33
4.1 Systémy pro rozpoznávání dopravních značek	33
4.2 Adaptivní světlomety	34
4.3 Systémy nočního vidění	36
4.4 Asistent rozpoznání únavy	38
5 Komfortní asistenční systémy	40
5.1 Přímé adaptivní řízení DAS	40
5.2 Automatické parkovací systémy	41
6 Snímače asistenčních systémů	43
6.1 Infračervené snímače	43
6.2 Magnetické snímače	44
6.3 Ultrazvukové snímače	45
6.4 Radarové snímače	46
6.5 Laserové snímače	47
6.6 Videosenzory	48
Závěr	50
Seznam použitých zkratk a symbolů	61



ÚVOD

V posledních letech se bezpečností silničního provozu začíná zabývat stále více a více organizací. Mezi významné můžeme zařadit, kromě jiných, Evropskou unii a vládu ČR. Důvod je poměrně jasný. Na silnicích po celém světě ročně při dopravních nehodách zemře přibližně 1,3 miliónu osob. V Evropské unii v roce 2012 zemřelo přibližně 27 700 lidí. Téměř 50 miliónů osob je při dopravních nehodách na silnicích v celém světě zraněno. V Evropské unii bylo v roce 2012 vážně zraněno kolem 313 000 lidí. Úmrtí nebo zranění s sebou přinášejí nejen duševní újmu příbuzných dané osoby, fyzickou újmu osoby samé, ale také velké finanční náklady. Finanční náklady jsou spojeny s léčením a odškodněním osob, opravou vozidel, také s výjezdem složek integrovaného záchranného systému a nutnou opravou silničních komunikací v případech, kdy dojde k jejich poškození. Náklady spojené s dopravními nehodami jsou v celém světě odhadovány na 518 miliard dolarů.[11][50]

V roce 2012 jen na českých silnicích zemřelo 681 lidí při 81 404 nehodách, dále bylo těžce zraněno přibližně 2 986 lidí a 22 590 osob bylo zraněno lehce. Celková výše hmotných nákladů spojených s dopravními nehodami je odhadována na 52 miliard korun.[27][50]

Ochrana zdraví a životů posádek automobilů i jiných účastníků silničního provozu a také snižování finančních nákladů spojených s nehodami vedou různé firmy ke snaze zvyšovat bezpečnost silničního provozu a tím i snižovat počet dopravních nehod, úmrtí osob a také zranění lidí. Tohoto se poslední dobou daří dosahovat ve většině zemí Evropské unie a také v České republice.[11][27]

Na zvyšování bezpečnosti silničního provozu se podílí osvětová činnost mnoha organizací. Například v České republice je to BESIP nebo Policie ČR, jejichž hlavním cílem je informovat účastníky silničního provozu, řidiče, chodce a cyklisty o následcích dopravních nehod a také jim sdělovat možnosti vlastní ochrany. V neposlední řadě se na zvýšení bezpečnosti silničního provozu, na snižování nehodovosti a tragických následků dopravních nehod podílí zvyšující se bezpečnost vozidel. Dnes si již neumíme představit automobil, jenž by nebyl vybaven bezpečnostním pásem nebo airbagem. V současnosti jsou moderní vozidla vybavena systémy, o kterých nemá řidič mnohdy ani ponětí a často si ani nevšimne toho, že začaly pracovat, nebo že upravily chování vozu tak, aby mu pomohly vyřešit kritické situace. Systémy, které usnadňují práci řidiče a zároveň mu pomáhají zvládat kritické situace nebo jim dokonce předcházet, se nazývají asistenční systémy. Těmto systémům se tato bakalářská práce věnuje.



1 BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU

Na bezpečnost silničního provozu má vliv chování všech účastníků silničního provozu, tedy chodců, cyklistů a řidičů dopravních prostředků. Dále je pozornost věnována bezpečnosti silničního provozu z pohledu řidiče i vozidla samotného.

Bezpečnost silničního provozu z hlediska vozidla lze rozdělit na dvě základní oblasti. První je provozní bezpečnost a druhá bezpečnost mimo provoz vozidla. Bezpečnost mimo provoz zahrnuje zabránění rozjezdu, požáru a zneužití vozidla. Částmi provozní bezpečnosti jsou aktivní a pasivní bezpečnost. Obě tyto složky jsou velmi důležité. Tato práce se podrobně věnuje pouze druhé části, tedy aktivní bezpečnosti silničních vozidel z pohledu asistenčních systémů moderních vozidel.[34]

1.1 PASIVNÍ BEZPEČNOST

Do kategorie pasivní bezpečnosti silničního provozu se řadí všechna opatření snižující následky dopravních nehod, která se vztahují na všechny její účastníky. Pasivní bezpečnost vozidla je spojena s konstrukčním řešením karoserie a konstrukcí dalších součástí automobilu, jako jsou například zádržné systémy, konstrukce volantu a vybavení interiéru vozu. Pasivní bezpečnost lze rozdělit na vnitřní a vnější bezpečnost.[33][86]

Prvky vnitřní bezpečnosti jsou spojeny s omezením nebo se zabráněním poranění posádky. Vnitřní bezpečnost je úzce spojena s biomechanikou lidského těla. Z toho plynou dvě hlavní oblasti jejího zájmu. První oblast zajišťuje dostatečně velký prostor pro posádku po havárii. Prostor pro pasažéry musí být tak velký, aby se do něho po nehodě vešlo celé lidské tělo, aniž by došlo ke zranění jakékoliv části lidského organismu. Velikost prostoru pro posádku po nehodě závisí na konstrukci karoserie a druhu použitých materiálů. Důležité jsou deformační zóny karoserie umístěné v přední nebo zadní části vozidla. Jejich účelem je absorbovat část nárazové energie svou deformací. Toto umožňuje použití například plechů různé tloušťky, různě tvarovaných profilů a také různě orientovaných nosníků. V současné době dochází v konstrukcích automobilových karosérií k nárůstu podílu vysokopevnostních ocelí a hliníkových slitin. V luxusních a sportovních vozech se můžeme setkat i s použitím hořčíkových slitin. Druhá oblast vnitřní bezpečnosti se zaměřuje na působení přetížení na posádku během nehody. Rozhodující je hlavně doba působení přetížení na člověka a velikost působícího přetížení. Doba působení a velikost přetížení závisí na rychlosti, při které k nehodě dojde.[33][86]



- Ultrapevná ocel
- Extrapevná ocel
- Ocel o velmi vysoké pevnosti
- Vysokopevnostní ocel
- Jemnozrnná ocel získaná odstupňovaným tvářením
- Hliníkové slitiny
- Slitiny hořčíku



Obr. 1.1 Materiály použité na karoserii osobního automobilu Volvo V60 [119]

Mezi důležité součásti vnitřní bezpečnosti patří zádržné systémy, airbasy a bezpečnostní pásy. Jejich účelem je pevně držet pasažéra na sedadle a zamezit tomu, aby posádka vozidla během nárazu vyletěla z vozidla ven nebo se poranila o nějakou část vozu. Může například dojít k fraktuře žebér při nárazu do volantu. Následky nárazů jsou většinou velmi vážné a často i smrtelné. Je nezbytně nutné, aby měl cestující při jízdě zapnutý bezpečnostní pás, protože samotný airbag bez použití pásu může člověku ještě více ublížit nebo ho dokonce i smrtelně zranit.[34][86]



Obr. 1.2 Airbasy ve vozidle Mercedes-Benz Třída E kombi [118]

Vnější bezpečnost je spojena s ochranou ostatních účastníků dopravní nehody, kteří jsou během nehody v jiných vozidlech nebo v okolí vozidla. Hlavním cílem této části pasivní bezpečnosti je ochránit chodce, cyklisty případně i řidiče motocyklů při střetu s vozidlem. Důle-



žitou částí vozidla je v tomto případě kapota vozidla, tvar a pozice nárazníku a tvar samotné karoserie automobilu. U některých automobilů dojde při srážce s chodcem k nadzvednutí kapoty. Tímto se zvětší prostor mezi kapotou a tvrdými součástmi, motorem. Více prostoru umožní větší útlum dopadové rychlosti při nárazu těla chodce na karoserii. Dalším prvkem sloužícím k ochraně chodců je například speciální airbag představený společností Volvo. Při srážce s chodcem dojde k uvolnění čepů v zadní části kapoty a k naplnění speciálního airbagu. Ten nadzvedne kapotu a překryje část čelního skla. Nadzvednutí kapoty zvětší prostor mezi kapotou a motorem a umožní deformaci kapoty s tlumením nárazu chodce. Vystřelený airbag zmenší tvrdost nárazu těla na čelní sklo tím, že sníží zpomalení sraženého chodce. Díky němu se zmenší i síly působící na části lidského těla, například na hlavu chodce.[33][49][86]



Obr. 1.3 Airbag pro chodce ve voze Volvo V40 [49]

Pasivní bezpečnost vozidel stanovují zákony, vyhlášky a mezinárodními předpisy. Ty musí být splněny, aby vozidlo mohlo být homologováno pro provoz na silničních komunikacích.[33]

1.2 AKTIVNÍ BEZPEČNOST

Jedním z neúčinnějších, ale nesložitějších způsobů snižování počtu dopravních nehod a jejich následků je situace, kdy se dopravní nehodě předejde. Tímto problémem se zabývá část bezpečnosti silničního provozu nazývaná aktivní bezpečnost.[50]

Prvky aktivní bezpečnosti působí během jízdy, před nehodou a některé dokonce i po nárazu. Jejich hlavním účelem je zabránit dopravní nehodě. Případně mají svým zásahem omezit následky dopravní nehody. Například tím, že připraví posádku vozidla na možný střet aktivací zádržných systémů nebo ještě více zvýší intenzitu brzdění před nárazem.[33][50]

Aktivní bezpečnost lze rozdělit do čtyř základních skupin, kterými jsou jízdní, pozorovací, kondiční a ovládací bezpečnost. První dvě skupiny jsou převážně spojeny s konstrukcí automobilu. Zbývající dvě skupiny zahrnují prvky interiéru vozidla.[33]

Jízdní bezpečnost zahrnuje prvky, vlastnosti automobilu, které omezují jízdní nedostatky vozidla. Patří zde brzděné vlastnosti, výkon motoru, možnost akcelerace, řízení, aerodynamická a směrová stabilita a také odpružení vozidla. Za nejdůležitějšího zástupce jízdní bezpečnosti lze považovat brzděné vlastnosti. S rychlostí vozidla rostou i následky dopravních nehod, proto



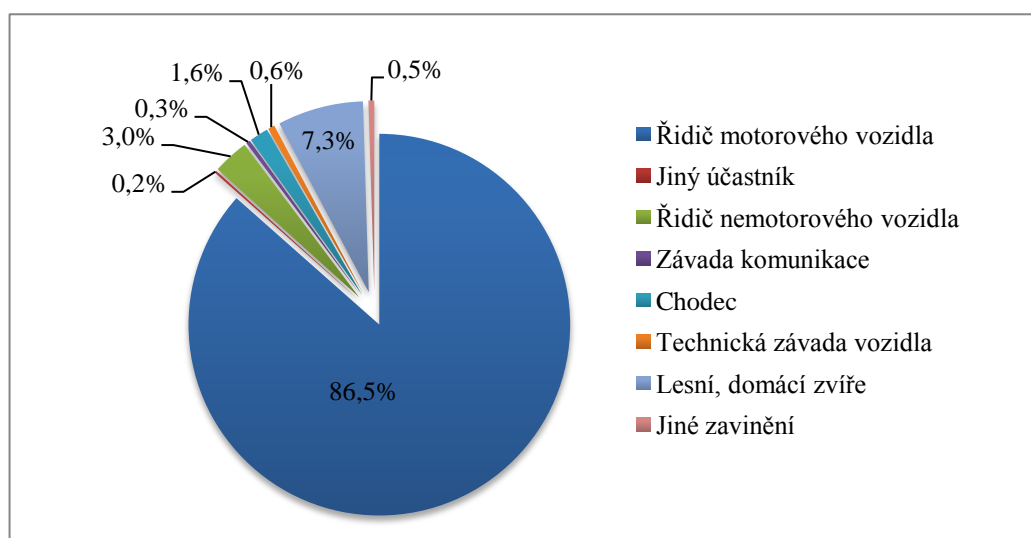
je nutné pro minimalizaci nebo zamezení těchto následků vybavit automobil funkčním, účinným a spolehlivým brzdovým systémem. V současnosti musí být všechna nově homologovaná vozidla vybavena dvouokruhovým brzdovým systémem a taktéž systémem pro nouzové brzdění. Minimalizuje se tak pravděpodobnost selhání všech brzdných „možností“ automobilu ve stejném okamžiku.[33][57]

Mezi prvky pozorovací bezpečnosti patří výhled z vozidla, osvětlení vozidla a vozovky a pasivní viditelnost. Pasivní viditelnost se rozumí například barva karoserie vozu. Pozorovací bezpečnost je důležitá například v případech, kdy řidič vjíždí do křižovatky nebo když mění během jízdy směr (odbočuje nebo mění jízdní pruh).[33][63]

Součástí kondiční bezpečnosti jsou opatření zajišťující posádce automobilu pohodlí během jízdy. Mezi tato opatření lze zahrnout například mikroklima uvnitř vozu (větrání, vytápění nebo klimatizace), množství hluku v interiéru, estetiku interiéru a ergonomii sezení uvnitř vozu. Pohodlí, jež vůz řidiči během jízdy nabízí, je velmi důležitým faktorem ovlivňujícím bezpečnost. Pokud se řidič při řízení necítí pohodlně, je jeho pozornost odváděna jinam. Dochází ke snižování soustředěnosti a tím se například i snižuje rychlost řidičovy reakce, což může vést až k fatálním následkům.[33][95]

Ovládací bezpečností se myslí spolehlivost a jistota obsluhy ovládacích prvků vozidla a zařízení umístěných v interiéru. Může se zde zařadit například tvar, povrch, velikost a logické uspořádání ovladačů a signalizačních zařízení na přístrojové desce, velikost ovládacích sil při řízení a brzdění a také zajištění dveří, proti náhodnému otevření dětmi na zadních sedadlech.[33]

Aktivní bezpečnost silničního provozu zajisté ovlivňuje mnoho faktorů. Ty jsou navzájem úzce propojeny. Mezi hlavní lze považovat ty, kvůli kterým k dopravním nehodám dochází, které se podílí na vzniku dopravní nehody. Protože pokud by nic aktivní bezpečnost neovlivňovalo, k dopravním nehodám by nedocházelo. Příčiny a viníci dopravních nehod jsou uvedeni v Obr. 1.4.

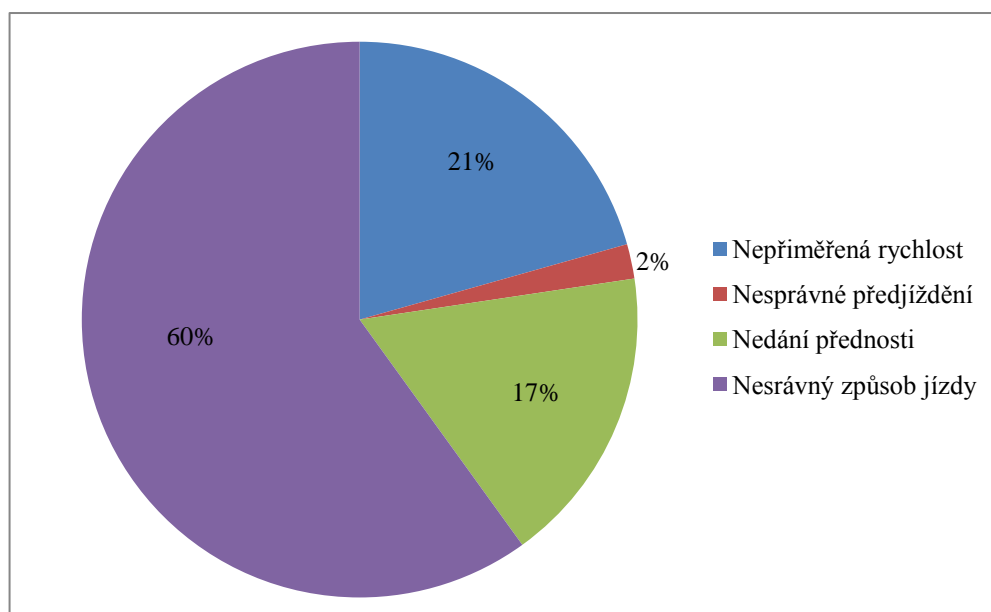


Obr. 1.4 Viníci dopravních nehod a příčiny vzniku dopravních nehod v roce 2012 [27]

Z Obr. 1.4 vyplývá, že řidič motorového vozidla je nejčastějším viníkem dopravních nehod. Je tedy i tím nejméně spolehlivým článkem bezpečnosti silničního provozu a tudíž i aktivní



bezpečnosti. Hlavní příčiny nehod způsobené řidičem motorového vozidla v roce 2012 jsou uvedeny na Obr. 1.5. Deset nejčastějších příčin dopravních nehod způsobených řidičem motorového vozidla je uvedeno v Tab. 1. Aktivní bezpečnost a její prvky mohou ovlivnit pouze vlivy související s vozidlem a jeho ovládním. Stroje a všemožné systémy jsou podřazeny člověku, který rozhoduje o jejich použití a jejich vlivu na lidskou činnost tím, že je naprogramuje a dovolí jim určitou činnost vykonávat. Dá jim podnět k vykonání jistého úkolu místo něj. Není tedy žádoucí, aby například řidič sám mohl deaktivovat jisté bezpečnostní systémy, jež by mu během kritické situace pomohly zvládnout jízdní manévr, byly by schopny zabránit zranění nebo by mu a posádce vozidla mohly zachránit život. Dalším velmi důležitým faktorem je, aby se řidič plně věnoval řízení motorového vozidla a soustředil se na něj. K plnému soustředění řidiče přispívá ergonomie interiéru a komfort během jízdy. Nutné je také to, aby řidiče při jízdě nic a nikdo zbytečně nerozptyloval. Všechny tyto nutné podmínky, kromě komfortu a ergonomie, jsou zahrnuty v tzv. zásadách bezpečné jízdy. Mezi zásady bezpečné jízdy například patří zákaz řízení pod vlivem alkoholu nebo jiných omamných látek, zákaz telefonování bez hands-free sady, dodržování maximální dovolené rychlosti pro daný úsek silniční komunikace, ale také správná pozice za volantem nebo dodržování bezpečnostních přestávek.[52]



Obr. 1.5 Hlavní příčiny dopravních nehod způsobené řidičem motorového vozidla v roce 2012 [27]



Tab. 1 Deset nejčastějších příčin dopravních nehod způsobených řidičem motorového vozidla [27]

Pořadí	Příčiny nehod	Počet nehod
1.	Řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	13 517
2.	Nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky	7 407
3.	Nedodržení bezpečné vzdálenosti	6 306
4.	Nesprávné otáčení nebo couvání	5 879
5.	Jiný druh nesprávné jízdy	5 381
6.	Nezvládnutí řízení vozidla	4 315
7.	Nepřizpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky	4 102
8.	Nedání přednosti upravené dopravní značkou "DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ!"	3 553
9.	Vjetí do protisměru	2 371
10.	Vyhýbání se bez dostatečného bočního odstupu	2 206

Z policejních statistik dopravních nehod, Tab. 1 a Obr. 1.5, však vyplývá, že dopravní nehody se nejčastěji stávají v situacích, kdy se řidič řízení plně nevěnuje. Právě z tohoto důvodu se snaží inženýři a automobiloví výrobci konstruovat, vynalézat zařízení, systémy, které by dokázaly zabránit dopravním nehodám způsobených nepozorností řidiče. Proto se dnes do moderních automobilů instalují tzv. asistenční systémy. Těmto systémům se předložená práce věnuje v následujících kapitolách.

Z pohledu vozidla je důležitá jeho technická způsobilost, uspořádání interiéru a jeho ergonomie. Pokud například vozidlo nebude mít funkční brzdový systém, může být vybaveno těmi nejlepšími a nejmodernějšími asistenčními systémy, ale dopravní nehodě jistě nezabrání. Z tohoto důvodu musí každé vozidlo po určité době absolvovat předepsané technické kontroly. Ty by měly případné závady objevit a upozornit na ně majitele vozidla. Je-li během kontroly objevena závažná závada, nesmí být vozidlo používáno pro provoz na silničních komunikacích.

Silniční infrastruktura aktivní bezpečnost ovlivňuje zejména kvalitou silničních komunikací. Je nezbytné, aby řidič přizpůsobil jízdu kvalitě komunikací.



2 ASISTENČNÍ SYSTÉMY

Asistenční systémy moderních vozidel jsou elektronické, hydraulické nebo pneumatické součástí vozidla. Slouží ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu, zejména aktivní bezpečnosti, ke zvýšení pohodlí posádky během jízdy, ke zvýšení hospodárnosti provozu vozidla a k snížení dopadů provozu silničních vozidel na životní prostředí.[35]

Asistenční systémy se snaží co nejvíce snížit tělesnou námahu řidiče při ovládání vozidla a tím mu umožnit soustředit se více na řízení motorového vozidla a na sledování dopravní situace ve svém okolí. Hrozí-li vznik nebezpečné situace, asistenční systémy nejprve řidiče upozorní a v případě, že řidič adekvátně na jejich upozornění nereaguje, aktivně do řízení zasáhnou. V důsledku jejich činnosti nemusí k dopravní nehodě dojít, nebo alespoň v mnoha případech dojde ke snížení následků dopravní nehody. Tohoto je množné docílit díky tomu, že jsou schopny reagovat mnohem rychleji než člověk. V mnoha krizových situacích, do kterých se řidič může dostat vlivem své nepozornosti nebo nezkušenosti, je rozhodující právě reakční doba.[35][39]

V současnosti se mnohé asistenční systémy stávají standardní výbavou automobilů i nižších tříd. Výbava, množství asistenčních systémů však i nadále souvisí s cenou automobilů. Nejmodernější systémy se nejprve dostávají do vozů nejvyšší kategorie a až následně si je mohou zákazníci objednat i do levnějších vozů. U většiny výrobců najdeme nepřebornou škálu asistenčních systémů. V praxi však nelze do všech vozů dané značky namontovat všechny asistenční systémy daného výrobce. Mnohdy zákazníka při koupi vozu a volbě jeho výbavy odradí vysoká cena, za kterou je si možné daný, vybraný asistenční systém pořídit. Dnes jsou již všechny nově registrované vozy povinně vybavovány například asistenčním systémem ABS a ESP.[35][73]

Asistenční systémy lze rozdělit podle mnoha kritérií. Za nejobecnější dělení lze považovat rozdělení na asistenční systémy aktivní, pasivní a komfortní. Aktivní asistenční systémy zasahují do řízení vozidla v nutných situacích, aniž by je řidič musel nějakým speciálním způsobem aktivovat. Řidič nemůže zabránit jejich působení během jízdy. Mnohdy řidič ani nepoznává, že dané systémy začaly ovlivňovat jízdu a velmi často považuje jejich činnost za normální chování automobilu. Aktivní asistenční systémy jsou řízeny mikropočítači, které zpracovávají informace ze spousty snímačů. Díky tomu mohou pracovat velmi rychle a precizně. Do kategorie aktivních asistenčních systémů patří většina moderních asistenčních systémů jako například systém ABS a ESP.[36]

Systémy, které řidiče pouze informují o dopravní situaci nebo jej varují před nebezpečím, se nazývají pasivní asistenční systémy. Na základě jejich činnosti může řidič získat větší přehled o dopravní situaci ve svém okolí a může se v dané situaci lépe rozhodovat. Asistenční systémy tohoto druhu nemohou převzít kontrolu nad vozidlem a do řízení vozidla ničím nezasahují. Mohou být řidičem kdykoliv vypnuty, aniž by to mělo nějaký zásadní vliv na bezpečnost posádky. Do této kategorie asistenčních systémů se řadí nejrůznější zobrazovací zařízení nebo osvětlení vozidla.[35]

Pro zvýšení pohodlí jsou do vozidel instalovány komfortní asistenční systémy. Do této skupiny se řadí například posilovač řízení, posilovač brzdného účinku, automatická převodovka, odpružení podvozku nebo automatická klimatizace.[35]



V dnešní době však velmi často dochází ke spojování funkcí více asistenčních systémů do jednoho celku, využívání jedné součásti, snímače více asistenčními systémy, takže není zcela jednoduché asistenční systémy nějakým způsobem rozdělit do kategorií, případně určit, o který asistenční systém se primárně jedná. Jako příklad lze uvést stabilizační systém ESC (Electronic Stability Control) od výrobce automobilů značky Kia. Je používán například v modelu SPORTAGE. Tento systém spojuje funkce protiblokovacího systému ABS, elektronického rozdělování brzdové síly EBD, regulace brzdění při průjezdu zatáčkou CBC, brzdového asistenta BAS, protiprokluzového systému TCS, asistenta pro sjíždění svahů DBC a asistenta pro rozjezd do kopce HAC. Dalším problémem při rozřazování asistenčních systémů do jednotlivých kategorií je fakt, že některé asistenční systémy řidiče nejprve jen informují o možnosti vzniku nebezpečné situace a v případě, že řidič na varování adekvátně nereaguje, začnou zasahovat do řízení vozidla tak, aby nehodě předešly nebo alespoň snížily její následky.[35][12]

Dnes si velmi často výrobce automobilů nevyvíjí jednotlivé asistenční systémy sám, ale nakupuje je od společností, jež se vývoji a výrobě nových asistenčních systémů plně věnují. Příkladem takové společnosti může být firma Bosch. Tyto společnosti své výrobky nabízejí výrobcům automobilů. Ti je od nich nakupují a s jejich pomocí je přizpůsobují svým modelům, následně je do svých vozů instalují a velmi často si takto přizpůsobený asistenční systém i nově pojmenují. Proto při vyhledávání informací o asistenčních systémech nebo při koupi nového vozu můžeme narazit na zcela nový název asistenčního systému, který se u jiného výrobce automobilů pod daným názvem, označením nevyskytuje.



3 AKTIVNÍ ASISTENČNÍ SYSTÉMY

Do této skupiny asistenčních systémů se řadí systémy zasahující do řízení ve chvílích, kdy řídicí jednotka daného systému vyhodnotí možný vznik nebezpečné situace a řidič by ji sám nemusel správně a bez následků vyřešit.

3.1 PROTIBLOKOVACÍ SYSTÉM ABS

Protiblokovací systém ABS (Anti-lock Braking System), jak již jeho název napovídá, omezuje nebezpečí blokování kol vozidla při prudkém brzdění (převážně na kluzké vozovce). Tímto lze zamezit ztrátě směrové stability vozidla a vzniku nebezpečných jízdních situací. Instalace a používání protiblokovacího systému ABS v silničních vozidlech má za následek zvýšení aktivní bezpečnosti silničního provozu.[16][35][36][37]

Protiblokovací systém ABS je nejstarším a nejznámějším asistenčním systémem používaným v automobilové technice. První patent zabývající se blokováním kol při prudkém brzdění, si podala v roce 1936 firma Bosch pod názvem „Zařízení k zabránění silného brzdění kol motorového vozidla“ („Vorrichtung zum Verhüten des Festbremsens der Räder eines Kraftfahrzeugs“). V roce 1969 byla prezentována americkou firmou ITT první generace systému ABS na mezinárodním autosalonu ve Frankfurtu nad Mohanem. Protiblokovací systém ABS byl uveden na evropský trh v roce 1978 právě společností Bosch. Jako první se objevil u automobilů značky Mercedes-Benz a následně u vozů značky BMW.[16][35][40][53][56]

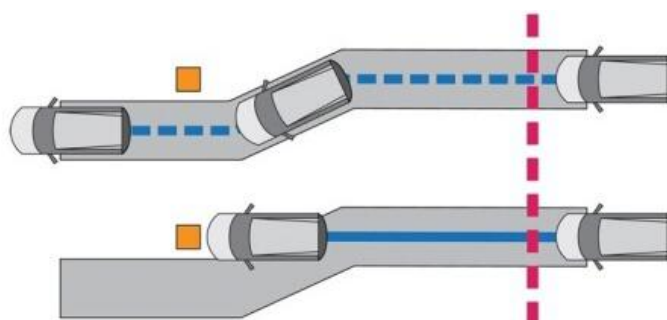
Od roku 2004 je systém ABS povinně součástí výbavy všech nově homologovaných vozidel na území členských států Evropské unie. Pokud by si kdokoliv chtěl od 1. července 2006 koupit nový vůz homologovaný před rokem 2004 na území Evropské unie, bude i on povinně vybaven protiblokovacím systémem ABS. V současné době si tedy není možné koupit v kterémkoliv členském státu Evropské unie nový vůz bez protiblokovacího systému ABS. V posledních několika letech se systém ABS začíná objevovat i ve výbavách motocyklů. Uvažuje se také o tom, že bude muset být povinně ve výbavě všech nových motocyklů, stejně jako je tomu u osobních automobilů.[15][19][23][29]

V současnosti se zmenšuje velikost a hmotnost komponent a také se zvyšuje výkon celého systému. Nejnovější generace protiblokovacího systému ABS od společnosti Bosch váží přibližně 1,1 kg. Navíc dochází k využití protiblokovacího systému ABS i jinými asistenčními systémy, například systémem regulace prokluzu ASR nebo stabilizačním systémem ESP.[35][36][37][50][56][40]



Obr. 3.1 Jednotky protiblokovacího systému ABS, 2. generace (vlevo) [109], 9. generace (vpravo, obrázek zvětšen) [40]

Protiblokovací systém ABS se skládá z čidla, elektronické řídicí jednotky a akčního členu. Tím je redukční ventil. Základní informací pro řídicí jednotku protiblokovacího systému ABS je rychlost otáčení kol získaná z čidla umístěného na kole vozidla. Rychlost otáčení kol může být měřena na všech čtyřech kolech, nebo je měřena pomocí pouze tří čidel. V současnosti převažuje u osobních automobilů použití snímačů pro každé kolo zvlášť. Na základě rychlosti otáčení jednotlivých kol řídicí jednotka vypočítává všechny potřebné veličiny pro správnou regulaci brzdového tlaku v brzdovém systému. Vyhodnotí-li řídicí jednotka, že hrozí zablokování kola při prudkém sešlápnutí brzdového pedálu řidičem, sníží pomocí elektromagnetického ventilu v daném kole brzdný tlak. Dojde tak k jeho krátkodobému uvolnění, které je však opět následováno zvýšením tlaku a plným sevřením brzdy na daném kole. Střídavým snižováním a zvyšováním tlaku nedojde k zablokování kola a ztrátě směrové stability. Funkcí protiblokovacího systému ABS je tak zachována požadovaná ovladatelnost vozidla. Nedochází k tomu, že by vozidlo při zablokování kol přední nápravy nereagovalo na natočení volantu řidičem. Ve většině případů také nedojde k roztočení vozidla, které hrozí při zablokování kol zadní nápravy. Vedlejším přínosem protiblokovacího systému ABS je zkrácení brzdné dráhy na kluzké vozovce. Naopak na suché vozovce může mít automobil bez systému ABS kratší brzdnu dráhu, ale jen tehdy, pokud řidič dokáže dosáhnout maximální brzdné síly bez zablokování kol. Řidič motorového vozidla pozná činnost protiblokovacího systému ABS podle mírného pulzujícího pohybu brzdového pedálu. Na základě pulzujícího pedálu může snížit sílu, kterou působí na brzdový pedál a tím také omezit možnost blokování kol vozidla. [35][36][37]



Obr. 3.2 Jízdní manévř s funkčním protiblokovacím systémem ABS (nahore), s nefunkčním protiblokovacím systémem ABS (dole) [53]



3.2 PROTIPROKLUZOVÝ SYSTÉM ASR A ELEKTRONICKÁ UZÁVĚRKA DIFERENCIÁLU EDS

Protiprokluzový systém ASR (Anti Skid Regulation) a elektronická uzávěrka diferenciálu EDS (Electronic Differential System) slouží k omezení prokluzu hnaných kol vozidla. Protiprokluzový systém ASR je také někdy označován jako systém regulace prokluzu ASR, jeho název a zkratka se u jednotlivých výrobců vozidel liší. Úkolem asistenčních systémů ASR a EDS je zajistit stabilitu a říditelnost vozidla při akceleraci na kluzké vozovce, například pokryté náledím nebo souvislou vrstvou sněhu. U vozidel s pohonem předních kol pomáhají při rozjezdu a jízdě do kopce. Při akceleraci vozidla systémy ASR a EDS umožňují plynulé zrychlování vozidla, pomáhají také snížit vysoké opotřebení pneumatik a hnacího ústrojí, například diferenciálu, ale také umožňují snížit spotřebu paliva.[17][35][36][37][65][84]

Oba dva systémy využívají ke své činnosti řídicí jednotku a snímače otáček kol systému ABS. Řídicí jednotka porovnává otáčky poháněných a nepoháněných kol vozidla. Vyhodnotí-li řídicí jednotka možnost prokluzu kol, dochází při nízkých rychlostech k přibrzdění daného prokluzujícího kola pouze pomocí systému elektronické uzávěrky diferenciálu EDS, nebo pouze pomocí protiprokluzového systému ASR, nebo pomocí obou systémů. Za nízkou rychlost lze u vozidel s pohonem předních kol považovat rychlost do $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a u vozidel s pohonem všech kol rychlost do $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Činností elektronické uzávěrky diferenciálu dojde k přenosu většího podílu hnací síly na neprokluzující kolo. V případě překročení limitních rychlostí se systém EDS samočinně vypne a prokluz kol dále omezuje pouze systém regulace prokluzu ASR. Při vyhodnoceném prokluzu kol systém ASR vydá příkaz pro úpravu krouticího momentu motoru. U vozidel se zážehovým motorem se úprava točivého momentu provádí vhodným nastavením škrticí klapky, změnou okamžiku zážehu směsi ve válci nebo omezením vstřikování benzínu do spalované směsi. U vznětových motorů je točivý moment snižován pomocí snížení vstřikovaného množství nafty do prostoru válce motoru. Úpravy točivého momentu motoru jsou, mimo jiné, možné v důsledku použití tzv. elektronického plynu neboli systému elektronického řízení výkonu motoru EMS. Při použití tohoto systému neexistuje mechanická vazba (pomocí lanka a bowdenu) mezi plynovým pedálem a motorem. Poloha plynového pedálu je pomocí snímače polohy, kterým je nejčastěji potenciometr, převedena na napěťový signál jdoucí do řídicí jednotky motoru.[17][35][36][37][65][84]

Řidiči je činnost protiprokluzového systému ASR signalizována pomocí kontrolky na přístrojové desce. Díky tomu může sám řidič snížit točivý moment motoru ubráním „plynu“ a přizpůsobit styl jízdy daným podmínkám. Rozsvícením kontrolky je řidič také informován, že jede po povrchu s horší adhezí. Je-li automobil vybaven protiprokluzovým systémem ASR, má řidič ve většině případů také možnost manuálního vypnutí tohoto systému pomocí tlačítka na přístrojové desce.[17][35][36][37]



3.3 ELEKTRONICKÝ STABILIZAČNÍ PROGRAM ESP

Elektronický stabilizační program ESP (Electronic Stability Program) je asistenční systém pomáhající řidiči zvládnout řízení při vzniku nebezpečných, kritických situací souvisejících s řízením vozidla. Stabilizační systémy však mnohdy ovlivňují i průjezd zatáčkou, při kterém by v mnoha případech nedošlo ke vzniku nebezpečné situace. Označení stabilizačního systému, programu se často liší podle výrobce dané značky vozidla. Například automobilka BMW označuje tento systém jako DSC (Dynamic Stability Control), automobilka Toyota jako VSC (Vehicle Stability Control).[35][36][37]

Prvním vozem vybaveným elektronickým stabilizačním programem byl v roce 1995 Mercedes-Benz třídy S. K rozšíření systému ESP i do vozů nižších tříd přispěl vůz Mercedes-Benz třídy A. Tento model v roce 1997 nezvládl dvojitý vyhybací manévru (tzv. losí test). Tímto testem se zkouší boční stabilita vozidel při vyhybacím manévru mezi překážkami. Kvůli tomuto nezdaru a snaze automobilky Mercedes-Benz zachránit si dobrou pověst mezi svými stálými a potenciálními zákazníky byly od roku 1998 vybavovány systémem ABS i levnější vozidla její produkce. Zanedlouho došlo k rozšíření tohoto systému i do vozů jiných značek. Od 1. listopadu 2011 musí být všechny nově homologované automobily na území států Evropské unie vybaveny tímto stabilizačním systémem. Od 1. ledna 2014 musí být povinně stabilizační systém ESP součástí výbavy všech nově prodaných a následně registrovaných vozidel na území Evropské unie, která byla homologována i před 1. listopadem 2011. Toto nařízení je reakcí na výzkumy, jež prokázaly významný přínos tohoto systému pro zvýšení aktivní bezpečnosti vozidel. Navíc je plně v souladu se snahou snížit počet dopravních nehod na silnicích nejen v Evropské unii. Podle studie společnosti Bosch je možné díky činnosti systému ESP zabránit vzniku smyku až v 80 % všech nehod způsobených smykem vozidla. [7][10][19][21][72][99]



Obr. 3.3 Schéma dvojitého vyhybacího manévru [128]

Stabilizační systém ESP modifikuje asistenční systémy ABS, ASR a EDS omezující zablokování nebo prokluz kola v podélném směru. Systém ESP umožňuje regulaci skluzu kola také v příčném směru. Dostane-li se vozidlo do krizové situace, převážně neotáčivého nebo přetáčivého smyku, systém ESP samočinně zasáhne a pomáhá řidiči vozidlo stabilizovat. [19][35][36][37]

Elektronický stabilizační program ESP se skládá ze snímačů, řídicí jednotky a hydraulické jednotky. Systém ESP využívá širokou škálu snímačů, mezi které patří snímač úhlu natočení



volantu, snímač neregulovaného brzdného tlaku, snímač rychlosti stáčení, snímač bočního zrychlení a snímač otáček jednotlivých kol. Pro zpřesnění výpočtů řídicí jednotky však může být množství potřebných snímačů ještě vyšší. Snímač natočení volantu a snímač neregulovaného brzdného tlaku slouží k určení požadovaného směru jízdy, směru, kam je vozidlo jeho řidičem směřováno. Zbývající tři snímače určují skutečný pohyb vozidla. Řídicí jednotka pomocí naměřených hodnot porovnává několikrát za sekundu (až třicetkrát) obě tyto situace. Vyhodnotí-li, že může dojít ke vzniku nebezpečné situace, vydá příkaz hydraulické jednotce. Ta zvýší brzdný tlak u brzdy kola, které je potřeba pro zdárné zvládnutí situace přibrzdit. U přetáčivého chování vozidla je provedeno zvýšení tlaku a tím přibrzdění kol na vnější straně zatáčky, intenzivněji na předním kole. Při nedotáčivém chování vozidla je tento proces proveden na kolech na vnitřní straně zatáčky, více je přibrzděno zadní kolo. Vyžaduje-li to hrozba vzniku nebezpečné situace, řídicí jednotka systému ESP vydá příkaz pro snížení (u nedotáčivého smyku), výjimečně zvýšení (u přetáčivého smyku) točivého momentu motoru. Pomocí těchto zásahů se daří udržet vozidlo ve správné jízdě. Systém ESP monitoruje průběh jízdního manévru a dále působí, přizpůsobuje přibrzdění jednotlivých kol vozidla podle reakcí řidiče.[19][35][36][37][68]



Obr. 3.4 Jízdní manévry vozidla s funkčním systémem ESP (vlevo), s nefunkčním systémem ESP (vpravo) [93]

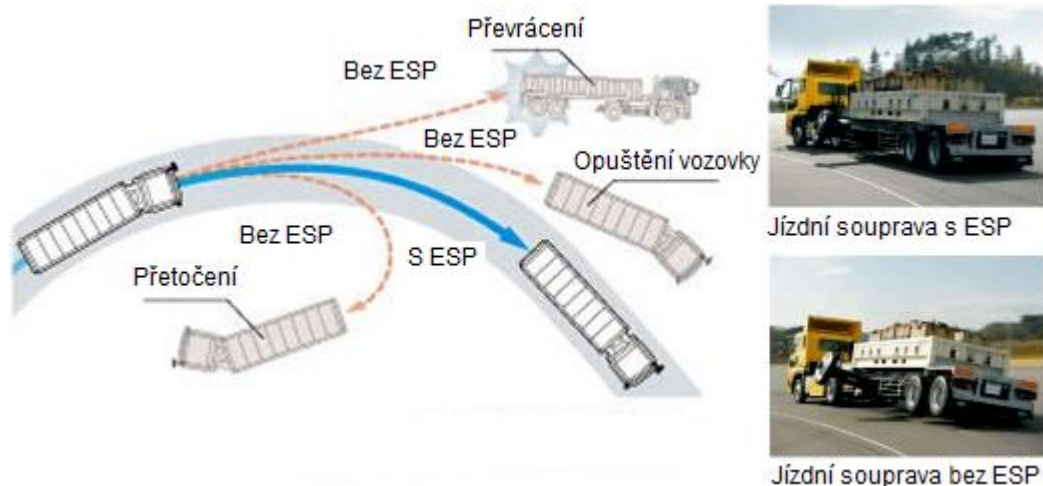
Někteří výrobci automobilů u svých, převážně sportovních modelů umožňují řidiči stabilizační systém ESP ve svém vozidle vypnout. Tímto se však nezkušení řidiči vystavují velmi vysokému riziku, že při vzniku nebezpečné situace nebudou schopni tuto situaci zdárně vyřešit a předejít tak nehodě. Vypnutím stabilizačního systému ohrožují nejen sebe, ale i ostatní účastníky silničního provozu.

Většina výrobců automobilů ve spolupráci se svými dodavateli dnes systém ESP dále vyvíjí a využívají ho pro zlepšení jízdě stability svých vozidel. Toto vede ke zvýšení aktivní bezpečnosti silničního provozu, kdy i nezkušení řidiči jsou s pomocí stabilizačních systémů schopni zvládnout kritické situace a předejít tak dopravní nehodě.

Systém ESP není využíván pouze pro osobní automobily. V současnosti jsou jím vybavovány užitkové vozy, ale i nákladní vozy, jízdě soupravy. U jízdě souprav systém ESP umožňuje stabilizaci soupravy a omezuje, případně zabraňuje, tzv. lámání soupravy při prudkém brzdění



nebo při průjezdu zatáčkou na kluzkém povrchu. Tímto je možné zabránit převrácení soupravy, případně jejímu vyjetí do protisměru, kde hrozí čelní srážka s protijedoucím vozidlem. U těchto souprav jsou vybaveny stabilizačním systémem ESP pouze tahače, přibrzděny však mohou být i kola přívěsu či návěsu. Stabilizace celé soupravy se provádí zásahem do systému řízení motoru, retardéru a regulovaným přibrzděním různého počtu kol celé jízdní soupravy v závislosti na typu chování celé soupravy.[35][108]



Obr. 3.5 Chování jízdní soupravy se systémem ESP a bez něj [96]

3.4 BRZDOVÝ ASISTENT BA

Brzdový asistent BA (Brake Assist), neboli brzdový asistenční systém BAS (Brake Assist System), je dalším asistenčním systémem, který pomáhá řidiči zvládnout kritické situace během řízení. I tento systém je již povinnou součástí výbavy všech nově homologovaných (od 1. listopadu 2009) i prodávaných vozidel (od února 2011) v Evropské unii. [18][28][35][36][93]

Tento asistenční systém slouží k zvýšení tlaku v brzdovém systému, čímž dojde k zvýšení účinku brzd. Dostane-li se řidič do situace, kdy je potřeba ve velmi krátkém časovém intervalu snížit rychlost vozidla nebo i úplně zastavit, mohou nastat dvě situace. Buď sešlápně brzdový pedál velmi rychle, ale nikoliv potřebnou silou, nebo ho sešlápně dostatečnou silou, ale pomalu. V obou dvou případech není v dané situaci plně využit výkon brzdového systému, což může mít negativní vliv na bezpečné zvládnutí krizové situace. Vše může skončit nehodou vozidla. Brzdový asistent se automaticky spustí, pokud je dosaženo určitého hraničního součinu síly a rychlosti (výkonu) stlačení brzdového pedálu. Síla i rychlost stlačení pedálu jsou měřeny pomocí snímače umístěného pod brzdovým pedálem. Spouštěcí výkon je stanoven na základě zkušeností z provozu. Hodnota výkonu je navíc stanovena tak, aby nedocházelo k spouštění brzdového asistenčního systému v situacích, kdy to není potřeba, například při pomalém přibrzdování při pomalé jízdě v koloně aut.[18][35][36][61]

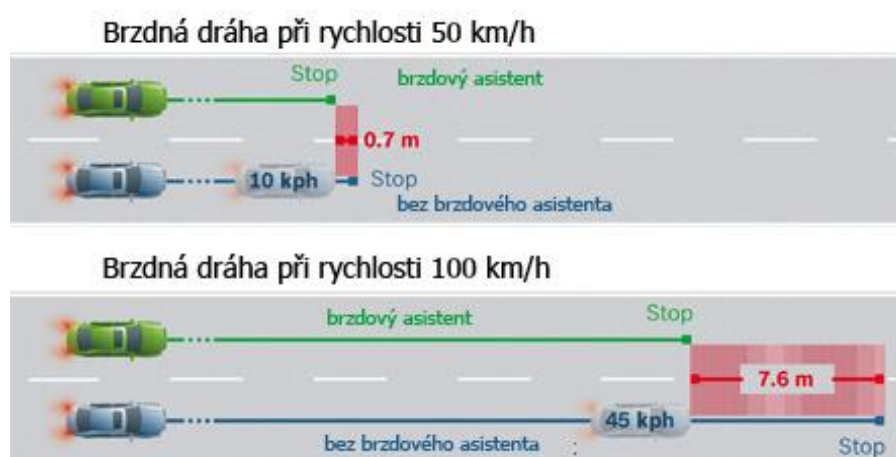
V případech, kdy je použití brzdového asistenta potřebné a žádoucí, brzdový asistent se automaticky aktivuje a zvýší ve velmi krátké době tlak v brzdovém systému až na hranici zablokování kol vozidla. Tento stav je v brzdovém systému udržován po celou potřebnou dobu, do uvolnění brzdového pedálu řidičem. Pak je činnost brzdového asistenčního systému automa-



ticky ukončena. Ve chvíli, kdy je dosaženo hranice blokování kol, je také automaticky spuštěn protiblokovací systém ABS.[18][35][36][61]

U současných automobilů může být použit brzdový asistent elektronický (EBA), hydraulický (HBA) nebo mechanický (MBA). Funkce a činnost jednotlivých typů jsou stejné. Všechny typy spolupracují při zvýšení tlaku v brzdovém systému s posilovačem brzdného účinku. Liší se pouze způsobem snímání potřebných veličin pro svou činnost a způsobem, jakým svou činnost řídí. Další odlišností může být označení tohoto systému jednotlivými výrobci automobilů. Ti ho upravují podle svých představ a požadavků jednotlivých modelů.[18][35][36]

Testy prokázaly, že díky činnosti tohoto systému dochází ke zkrácení brzdné dráhy o 15 až 20 %.[18][35][36]



Obr. 3.6 Porovnání délky brzdné dráhy vozidla vybaveného brzdovým asistentem a vozidla bez brzdového asistenta [112]

3.5 SYSTÉMY AUTOMATICKÉHO NOUZOVÉHO BRZDĚNÍ

Systémy automatického nouzového brzdění jsou v angličtině označovány jako Autonomous Emergency Breaking (AEB). Jako je tomu i u jiných asistenčních systémů, může být zákazník při hledání tohoto názvu v ceníku nebo katalogu dealerů jednotlivých značek neúspěšný, protože každý výrobce tento typ asistenčního systému označuje svým názvem. Důvodem je nejenom snaha se odlišovat od svých konkurentů na trhu, ale také to, že každý výrobce automobilů tento systém vyvíjí přesně na míru svých modelů. Dalším důvodem je nejspíše použití jiného typu algoritmu pro vyhodnocování možného nárazu do jiného vozidla nebo střetu například s chodcem.[35][36][55]

Výzkumy ukazují, že 90 % dopravních nehod je způsobeno nepozorností řidiče. Podle dat získaných z automobilů vybavených asistenčním systémem automatického nouzového brzdění vyplývá, že jejich použití dokáže snížit počet nehod o 27 % a vede k výraznému snížení zranění posádky vozidla nebo i jiných účastníků silničního provozu. Právě z tohoto důvodu jsou moderní automobily vybavovány různými typy systémů automatického brzdění. Jednotlivé varianty se mohou lišit hodnotou rychlosti, při které pracují, nebo také tím, jestli jsou schopny začít automaticky brzdit při hrozící srážce s jiným vozidlem nebo například s chodcem. Za základní dělení těchto systémů lze považovat rozdělení podle organizace Euro



NCAP, která rozděluje tyto asistenční systémy do tří základních kategorií, City, Inter-Urban a Pedestrian. Řešení jednotlivých výrobců mohou spadat pouze do jedné kategorie, nebo mohou být schopna vyřešit kritické situace ze všech tří kategorií.[55]

Všechny typy systémů automatického nouzového brzdění sledují pomocí snímačů prostor před vozidlem. Je-li vyhodnoceno nebezpečí srážky s jiným vozidlem nebo chodcem, brzdový systém vozidla se připraví tak, aby bylo možné co nejvíce využít jeho potenciálu při prudkém brzdění. O hrozcím nebezpečí srážky je nejprve řidič informován buď výstražným zvukovým signálem, nebo rozsvícením kontrolky v jeho zorném poli. Pokud však řidič nezačne brzdit, nebo nebrzdí adekvátní intenzitou, automobil začne brzdit sám nejvyšší možnou intenzitou. Může případně i zvýšit brzdny tlak vyvolaný řidičem. Těmito opatřeními jsou systémy automatického nouzového brzdění schopny zabránit nehodě nebo alespoň snížit její následky.[35][36][46][47][48][55]

Systémy zařazované do kategorie City pracují při jízdě rychlostí do $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, kterou se pohybuje vozidlo převážně ve městech. K monitorování prostoru před vozidlem se používají snímače typu lidar. V obci dochází nejčastěji k dopravním nehodám na křižovatkách a kruhových objezdech, kde řidiči stojí v řadě za sebou a čekají, až se budou moci rozjet. K nehodě pak dochází v případech, kdy se řidič rozjede příliš brzy a narazí do vozidla před sebou, které ještě stojí na místě. Pro zabránění kolize nebo zmírnění jejich následků sledují senzory prostor před vozidlem, obvykle ve vzdálenosti šest až osm metrů. Jsou umístěny v horní části čelního skla, velmi často v místě uchycení vnitřního zpětného zrcátka.[35][36][46]

Do kategorie Inter-Urban jsou řazeny systémy ochraňující posádky vozidel před nárazem do zadní části jiného vozidla při rychlostech nad 50 až $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. K nehodám dochází nejčastěji kvůli tomu, že si řidič s dostatečným předstihem nevšimne, že vozidlo vpředu zpomaluje. Ke sledování prostoru před automobilem (ve vzdálenosti až 200 m) se používají radary s dlouhým dosahem. Některé Inter-Urban systémy jsou také schopny zvýšit bezpečnost posádky uvnitř vozidla například přitažením bezpečnostních pásů nebo zavřením bočních oken.[35][36][47]

Při nárazu do zadní části jiného vozidla hrozí posádce ve vozidle, mimo jiné, poranění krku a krční páteře v důsledku velmi rychlého pohybu hlavy a krku nejprve dozadu, poté dopředu a následně opět dozadu. Zranění způsobená tímto pohybem jsou souhrnně označována jako whiplash injury nebo hyperextenze krku. Člověk si může při nárazu natáhnout krční svalstvo nebo i nalomit krční obratle a následně poškodit nervy a míchu v oblasti krku.[20][25][46]

Nejsložitější jsou systémy kategorie Pedestrian, které zabraňují srážce s chodcem nebo cyklistou. Tyto systémy musí být velmi sofistikované, aby byly schopné správně vyhodnotit situaci před vozidlem a nedocházelo tak k zastavování automobilu v případech, kdy to není zapotřebí. Systém musí být schopen rozeznat, jestli se chodec snaží vstoupit do vozovky před vozidlem, nebo jenom stojí na kraji vozovky a například si povídá s jinou osobou. Pro sledování situace před automobilem systémy tohoto typu využívají kameru a radar, případně i infračervené senzory. Radar slouží k detekci objektu před vozidlem a kamera umožňuje určit, jestli se jedná o chodce nebo jiný automobil. Systém společnosti Volvo je schopen úplně zabrzdit vozidlo před srážkou do rychlosti $35 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, při vyšších rychlostech sníží intenzivním brzděním co nejvíce rychlost vozidla. Podle výrobce automobilů Volvo bude jeho systém nouzového brzdění v budoucnosti tak účinný, že jeho vozy již nebudou potřebovat speciální airbag pro chodce, kterým jsou v současnosti jeho nejnovější modely vybavovány.[5][48][107]

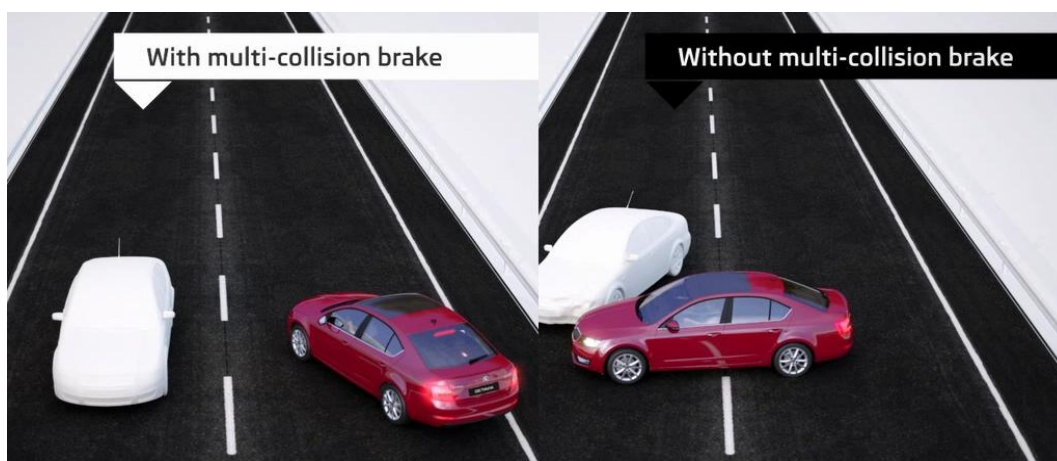


3.6 MULTIKOLIZNÍ BRZDA

Vozidla některých výrobců mohou být vybavena systémem schopným zpomalit automobil po dopravní nehodě automatickým brzděním. Tím mohou zabránit další nehodě s jiným vozidlem nebo s objekty na okraji vozovky. Tímto systémem je sériově vybaven například každý vůz Škoda Octavia třetí generace nebo Audi A3 třetí generace. Značka Škoda označuje tento systém jako Multikolizní brzda (Multi Collision Brake), Audi jako Secondary Collision Brake Assist.[54][75][76][91]

Podle odhadů je čtvrtina všech dopravních nehod doprovázena sekundárním nárazem, který může dále ještě zvýšit nebezpečí vážného poranění nebo úmrtí lidí uvnitř automobilu. V případě sekundárního nárazu již nejsou lidé uvnitř vozidla dostatečně chráněni systémy pasivní ochrany, například airbagem nebo konstrukcí karoserie, protože jejich možnosti ochrany bývají vyčerpány prvním nárazem. Kdyby byla systémem zabráňujícím sekundárním nárazům vybavena všechna vozidla pohybující se po silničních komunikacích, mohlo by podle odhadů být ročně zachráněno osm lidských životů ze sta a celkový počet vážných zranění by mohl být snížen o 4 %.[54][75][91]

Systémy obou značek jsou automaticky aktivovány po vystřelení airbagu řidiče nebo spolujezdce v případě, že není celý brzdový systém zásadním způsobem poškozený. K zásadnímu poškození brzdového systému však dochází jen velmi zřídka, protože u moderních automobilech stačí ke zpomalení vozidla funkční jeden pár diagonálně uložených brzd. Po vystřelení airbagu ve většině případů není řidič v havarovaném vozidle schopen brzdit nebo jinak upravovat dráhu vozidla. Proto automobil začne sám brzdit, aby zabránil nebo alespoň snížil možnost další srážky s jiným vozidlem nebo objekty na okraji vozovky. Až do rychlosti $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ je brzdění natolik intenzivní, aby bylo za optimálních podmínek dosaženo zpomalení $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Tato hodnota však velmi záleží na aktuální přilnavosti vozovky. Jakmile automobil začne brzdit, automaticky se rozsvítí zadní brzdová a také výstražná světla, která svítí i po úplném zastavení vozidla.[54][75][76][91]



Obr. 3.7 Porovnání chování automobilu vybaveného systémem Multi-Collision Brake (vlevo) a automobilu bez tohoto asistenčního systému (vpravo) [123]

Je-li řidič po nárazu schopen ovládat vozidlo a ví, že by automatické zpomalování mohlo zapříčinit to, že by do vozidla mohl ze zadu narazit další automobil, může systém automatického zpomalování vypnout sešlápnutím plynového pedálu.[54][75][91]



3.7 SYSTÉMY UDRŽOVÁNÍ VOZIDLA V JÍZDNÍM PRUHU

Systémy udržování vozidla v jízdním pruhu se snaží zabránit tomu, aby vozidlo neúmyslně opustilo patřičný jízdní pruh. Jejich činnost je velmi prospěšná například při dlouhých jízdách po dálnici, kdy řidič z důvodu mikrospánku nebo monotónní jízdy ztratí na okamžik pozornost a může tak nečekaně přejet vysokou rychlostí do sousedního jízdního pruhu nebo případně i do protisměru. V takovém případě může dojít ke srážce s jiným vozidlem s velmi vážnými následky. Tyto systémy také snižují možnost vzniku dopravní nehody v důsledku vyjetí automobilu mimo vozovku v případech, kdy řidič při vysoké rychlosti ztratí jen na okamžik pozornost a vozidlo mezitím vyjede mimo vozovku. Pokud by byla všechna vozidla pohybující se po pozemních komunikacích členských států Evropské unie vybavena tímto typem asistenčního systému, mohlo by tak podle odhadů při dopravních nehodách zemřít každoročně až o 5 000 lidí méně a počty těžce zraněných osob by se mohly snížit o 40 000. [35][70][92][102]

V současnosti jsou moderní vozidla vybavována dvěma typy systémů. Do první kategorie jsou zařazovány asistenční systémy udržování vozidla v jízdním pruhu, které pouze řidiče informují o neúmyslném přejetí vodorovného dopravního značení určující hranici jízdního pruhu. Skupina těchto asistenčních systémů je v angličtině označována jako Lane Departure Warning. Nejmodernější systémy udržování vozidla v jízdním pruhu jsou schopné řidiče nejen varovat, ale také mu mohou pomáhat udržovat vozidlo mezi hranicemi jízdního pruhu. Systémy této kategorie jsou v angličtině označovány jako Lane Keep Assist. Řadí se mezi ně například systém Škoda Lane Assistant. Jak systémy pouze varující řidiče, tak i systémy zasahující do řízení, se zapínají automaticky nebo zásahem řidiče zpravidla při překročení rychlosti $75 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Do této rychlosti se očekává, že se řidič pohybuje v obci a často záměrně přejíždí z jednoho jízdního pruhu do druhého. Zapnutí systému udržování vozidla v jízdním pruhu se zobrazí na přístrojové desce pomocí barevné kontrolky. Systém udržování vozidla v jízdním pruhu na případné přejetí vodorovného dopravního značení nereaguje a zbytečně tak při jízdě řidiče nerozptyluje v situacích, kdy řidič rozsvítí odbočovací světla. [35][70][92][102]

U moderních automobilů různých značek se zpravidla setkáme s jiným řešením sledování pohybu vozidla v jízdním pruhu a také s jiným způsobem varování řidiče při přejetí do sousedního jízdního pruhu. Například výrobce automobilů Škoda sleduje pohyb vozidla v jízdním pruhu za pomoci kamery umístěné v prostoru úchytu vnitřního zpětného zrcátka. Zcela jiné řešení využívá výrobce vozů značky Citroën, který tento asistenční systém nazývá AFIL. V modelech značky Citroën slouží k monitorování pohybu v jízdním pruhu ultračervené snímače připevněné za předním nárazníkem. [35][58][92]

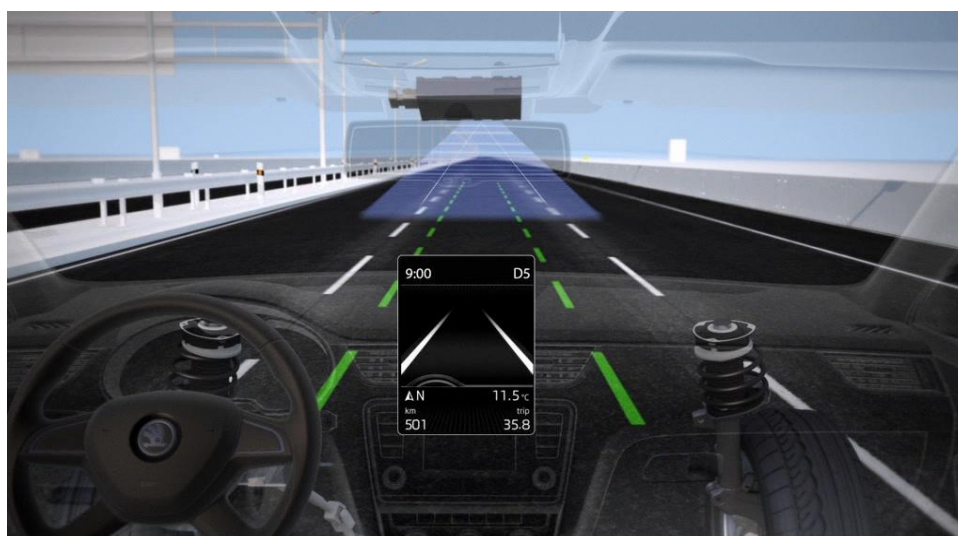
Signály z ultračervených snímačů nebo kamery jsou spolu s rychlostí vozidla, úhlem natočení volantu, dráhou vozidla a signálem o rozsvícení směrových světel vyhodnocovány pomocí řídicí jednotky. Při neúmyslném přejetí vodorovného dopravního značení ohraničujícího jízdní pruh může systém udržování vozidla v jízdním pruhu varovat řidiče pomocí akustických signálů nebo pomocí vibrační části sedadla nebo části věnce volantu. Vibrace věnce volantu nebo sedadla jsou aktivovány zpravidla na stejné straně, jako je strana vozidla, kterou vozidlo přejelo hranice jízdního pruhu. [35][58][70][92]



Obr. 3.8 Ultračervené snímače systému AFIL ve vozidle Citroën C5 [120]

Vyhodnotí-li řídicí jednotka systému udržování vozidla v jízdním pruhu s možností automatického zasahování do řízení vozidla (Lane Keep Assist), že automobil neúmyslně opouští jízdní pruh, provede pomocí elektromechanického posilovače řízení nebo pomocí systému přímého adaptivního řízení drobné korekce směru jízdy. Tyto úpravy se k řidiči přenáší díky pohybu volantu. Vyžaduje-li řidič, aby vozidlo přešlo do jiného jízdního pruhu, moment vyvolaný asistenčním systémem bez větších obtíží překoná. Řidič tak má neustálou kontrolu nad řízením vozidla.[70][92][102]

Asistenční systémy udržování vozidla v jízdním pruhu typu Lane Keep Assist mohou upravovat řízení jen v případech, kdy se vozidlo blíží k dělicí čáře velmi pozvolna. Je-li rychlost přibližování vysoká, asistenční systém pouze řidiče upozorní, například vibracemi volantu, na možné riziko vjetí do jiného jízdního pruhu. Některé nejmodernější systémy, například Škoda Lane Assist, jsou schopny udržet vozidlo v jízdním pruhu i při průjezdu zatáčkou. Systém Škoda Lane Assist je schopen rozeznat případy, kdy se řidič plně nevěnuje řízení a plně spoléhá při řízení na činnost asistenčního systému. Nezaznamená-li řídicí jednotka v určitém časovém intervalu dostatečně velký počet pohybů volantu řidičem, systém se automaticky deaktivuje.[70][92][102]



Obr. 3.9 Systém Škoda Lane Assistant [124]

Elektronika vozu neumožní zapnutí tohoto asistenčního systému v případech, kdy kamera není schopna rozeznat dělicí čáry na vozovce. Toto může nastat, pokud je vozovka znečištěna například bahnem, vodorovné dopravní značení na vozovce není dostatečně výrazné z důvodu



jeho „opotrebování“. Systém není možné také zapnout, pokud je v okolí vozidla zhoršená viditelnost nebo zhoršené povětrnostní podmínky, například za silného deště nebo mlhy. Tento systém nemusí zcela správně fungovat také v situacích, kdy je na silnici použito přechodného vodorovného dopravního značení žluté barvy.[35][70][92][102]

3.8 ASISTENČNÍ SYSTÉMY PRO ZMENŠENÍ MRTVÉHO ÚHLU

Pro sledování prostoru za vozidlem a po jeho stranách jsou všechny osobní automobily vybaveny dvěma vnějšími zpětnými zrcátky a jedním zpětným zrcátkem v interiéru vozu. Existují však situace, kdy se kolemjedoucí vozidlo nemusí ve zpětných zrcátkách zobrazit. Kolemjedoucí vozidlo se v takových případech nachází v tzv. mrtvém (slepém) úhlu. Řidič může například při přejíždění do sousedního pruhu automobil nacházející se v mrtvém úhlu snadno přehlédnout a může tak dojít k vážné dopravní nehodě. Konstrukteři a výrobci automobilové elektrotechniky se proto snaží tento úhel co nejvíce zmenšit. Jedním opatřením pro zmenšení mrtvého úhlu je u moderních vozidel rozdělení vnějšího zpětného zrcátka na řidičově straně na dvě části. Část zrcadlové plochy blíže ke středu vozovky je zakřivená a zbývající část je plochá. Dalším možným opatřením jsou asistenční systémy pro zmenšení mrtvého úhlu. [35][59][71][88]

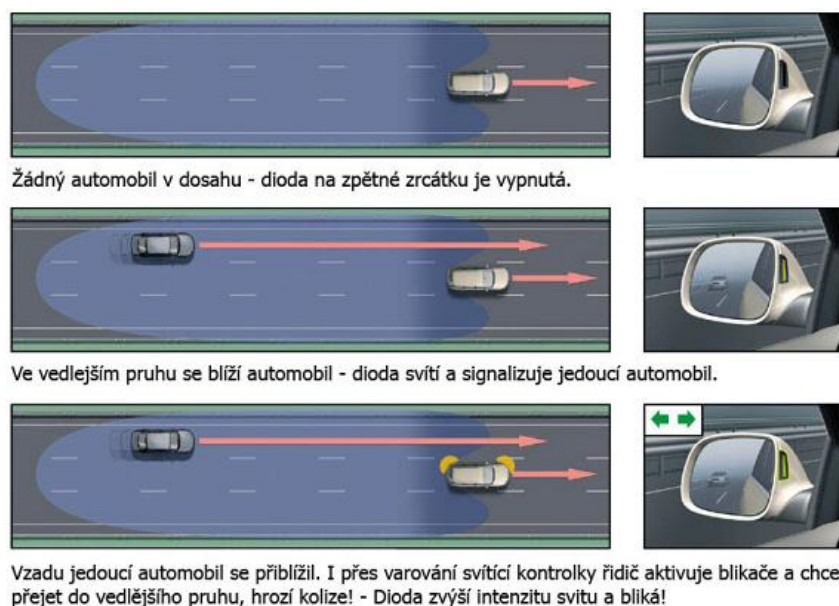


Obr. 3.10 Vnější zpětné zrcátko se zakřiveným zrcadlem (část vlevo od svislé čáry) a plochým zrcadlem (vpravo od svislé čáry) navíc doplněné o signalizační diodu systému pro zmenšení mrtvého úhlu [110]

Asistenční systémy pro zmenšení slepého úhlu v současných moderních vozidlech využívají pro sledování prostoru za vozidlem výhradně radar. Každá strana vozidla je neustále monitorována pomocí jednoho radaru až do vzdálenosti 70 metrů za vozidlem. Dvojice radarů může být umístěna v zadním nárazníku nebo pod ním. Systém pro zmenšení mrtvého úhlu se automaticky spustí při dosažení určité rychlosti, například $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Na základě údajů z radarů řídicí jednotka neustále vypočítává rychlost vozidel blížících se zezadu. Celý systém tak dokáže určit, za jak dlouho by se toto vozidlo mohlo objevit v prostoru mrtvého úhlu zpětných zrcátek. V případě možného přehlédnutí vozidla kvůli tomu, že by se vozidlo v sousedním pruhu mohlo vyskytovat v tzv. mrtvém úhlu, je řidič o této možnosti informován pomocí rozsvícení diod typu LED. Diody mohou být umístěny buď přímo ve vnějších zpětných zrcátkách, nebo v A sloupku uvnitř vozidla. V případě, že řidič chce přejet do vedlejšího pruhu, rozsvítí směrová světla a nevšimne si při tom svítících diod, diody se rozsvítí intenzivněji nebo začnou blikat.[35][59][71][88][107]



Omezení pro správnou funkčnost tohoto asistenčního systému mohou být zhoršené povětrnostní podmínky, jako je silný déšť. Připojí-li řidič ke svému vozidlu přívěsný vozík, také omezí či spíše zcela zabrání správné činnosti celého systému pro zmenšení slepého úhlu, protože radary nemohou sledovat prostor za vozidlem v dostatečné vzdálenosti. Zcela správné fungování systému nemusí být zaručeno například při jízdě na úzkých silnicích. V takových případech může systém pro zmenšení mrtvého úhlu navíc upozorňovat řidiče i na vozidla, která zaznamená v prostoru za vozidlem, přestože takové vozidlo jede opačným směrem. [59][71][88]



Obr. 3.11 Princip činnosti asistenčního systému pro zmenšení mrtvého úhlu [113]

3.9 ADAPTIVNÍ TEMPOMAT

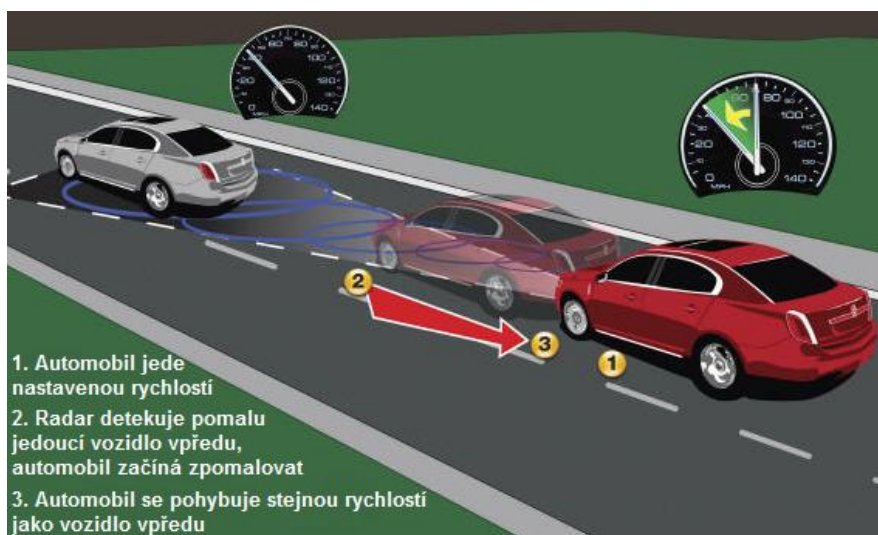
Adaptivní tempomaty jsou nejnovější generací tempomatů. Adaptivní tempomaty, označované zkratkou ACC (Adaptive Cruise Control), lze zařadit do skupiny asistenčních systémů aktivních i komfortních, protože dokážou nejen udržovat nastavenou rychlost vozidla, ale také jsou schopné na základě dopravní situace před vozidlem vozidlo přibrzdit nebo naopak zrychlit. Svou funkcí dokážou snížit riziko nárazu do zadní části vozidla jedoucího vpředu i za zhoršených povětrnostních podmínek, například za silného deště nebo v mlze. Označení tohoto asistenčního systému se liší podle výrobce dané značky automobilů, například BMW používá název Aktivní tempomat (Active Cruise Control), Škoda Adaptivní tempomat (Adaptive Cruise Assistant).[35][41][42][43][44][51][107]

Celý systém adaptivního tempomatu uvádí do provozu řidič pomocí ovládacího prvku na přístrojové desce vozidla. Může jím nastavit i požadovanou rychlost jízdy. Řidič dále nastavuje minimální vzdálenost za vozidlem jedoucím vpředu, kterou by vozidlo nemělo překročit. Vzdálenost se nezadá v metrech, ale v sekundách. Po zadání řidičových požadavků již elektronika automobilu v závislosti na dopravní situaci před vozidlem tyto údaje udržuje. Prostor před vozidlem je po zapnutí adaptivního tempomatu neustále monitorován pomocí radaru až do vzdálenosti 150 metrů. Radarové senzory jsou umístěny v předním nárazníku, nejčastěji v otvoru pro přívod vzduchu do motorového prostoru. Další potřebné informace pro správnou



činnost získává systém adaptivního tempomatu například ze snímačů stabilizačního systému ESP. Jakmile řidič tempomat spustí, začnou radarové snímače vysílat do prostoru před vozidlem elektromagnetické vlny. Jakmile vlny dorazí na vpředu jedoucí automobil, odrazí se od něj zpět k radarovým snímačům. Na základě časového intervalu, který uběhne mezi vysláním paprsku a jeho následným opětovným přijetím, je řídicí jednotka schopna vypočítat relativní rychlost vozidla jedoucího před ním a také vzdálenost mezi vozidly. Zjistí-li řídicí jednotka, že se vpředu jedoucí vozidlo pohybuje pomaleji a vzdálenost mezi vozidly by tak mohla klesnout pod bezpečnou hodnotu, vydá příkaz pro zpomalení vozidla a zároveň se na displeji na přístrojové desce objeví varování o poklesu bezpečné vzdálenosti, aby řidič věděl, proč automobil zpomaluje. Snížení rychlosti se dosáhne nejprve omezením výkonu motoru. V případech, kdy zpomalení motorem není dostačující, začne automobil sám i brzdit. Automobil je tak sám schopen snížit rychlost až na minimální hodnotu, která je určena výrobcem tohoto systému, obvykle $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. U vozidel vybavených automatickou převodovkou jsou nejnovější adaptivní tempomaty schopny snížit rychlost až k úplnému zastavení vozidla. Pouze v krizových situacích, když například vpředu jedoucí vozidlo začne zpomalovat velmi prudce, je nutný i zásah řidiče. V takových případech automobil řidiče vyzve, aby začal brzdit. Elektronika spolu s dalšími asistenčními systémy předpřipraví brzdový systém pro co nejlepší využití brzdového systému vozidla. V případě, že řidič nezačne brzdit, aktivuje se systém automatického nouzového brzdění.[35][41][42][43][44][51][107]

Není-li na základě dopravní situace nutné zastavení vozidla, udržuje aktivní tempomat rychlost, která může být nižší, než je rychlost nastavená řidičem tak, aby vzdálenost mezi vozidly neklesla pod bezpečnou hranici. Dojde-li ke zvětšení vzdálenosti mezi vozidly, systém aktivního tempomatu vydá příkazy pro zvýšení výkonu motoru. Automobil začne zrychlovat s ohledem na dodržení bezpečné vzdálenosti mezi vozidly a zároveň tak, aby nedošlo k překročení řidičem nastavené rychlosti jízdy.[35][41][42][43][44][51][107]



Obr. 3.12 Obrázek s popisem funkce aktivního tempomatu [111]

Adaptivní tempomaty může řidič vypnout pomocí ovládacího prvku na přístrojové desce. K vypnutí také dojde v případě, kdy řidič sešlápne jeden z pedálů určených pro ovládání vozidla.[35][41][42][43][44][51]



Činnost moderních adaptivních tempomatů lze využít nejen při dlouhých cestách po dálnici, ale také při jízdě v kolonách. Moderní adaptivní tempomaty některých výrobců, například BMW, jsou doplněny ještě tzv. funkcí Stop&Go. Tato funkce umožňuje hlídat rozestup mezi vozidly i při malých rychlostech. Navíc po automatickém zastavení vozidla je díky této funkci automobil schopen se i automaticky rozjet. Aby bylo možno tohoto docílit, musí být automobil vybaven automatickou převodovkou a doba zastavení nesmí být delší než 3 sekundy. Časové omezení je nastaveno z bezpečnostních a legislativních důvodů. Aktivní tempomaty s funkcí STOP&GO jsou schopné zabránit vzniku kolony v případech, kdy vozidla jedou nízkou rychlostí těsně za sebou. V takových případech u vozidel bez tempomatu s funkcí STOP&GO jen mírné, neopatrné sešlápnutí brzdového pedálu způsobí rozsvícení brzdových světel. Následně začnou brzdit i ostatní řidiči vzadu a tato řetězová reakce vede až k úplnému zastavení vozidel v určitém úseku silniční komunikace. Díky aktivnímu tempomatu je brzdění a zrychlování v plné režii elektroniky, která rozsvítí brzdová světla pouze v nejnútnejších případech a zamezuje tak rozsvícení brzdových světel v nepotřebných situacích. [35][42][43][107]



4 PASIVNÍ ASISTENČNÍ SYSTÉMY

Tato kapitola se věnuje asistenčním systémům, které informují řidiče o situaci na silnicích nebo mu umožňují získat větší přehled o dění na silničních komunikacích a jejich okolí. Svou činností přispívají ke zvýšení bezpečnosti celé posádky vozidla i ostatních účastníků silničního provozu.

4.1 SYSTÉMY PRO ROZPOZNÁVÁNÍ DOPRAVNÍCH ZNAČEK

Každému řidiči se jistě během řízení stalo, že přehlédl například dopravní značku upravující povolenou rychlost a poté se pohyboval v daném úseku nepřiměřenou rychlostí. Nepřiměřená rychlost může často způsobit vážné dopravní nehody s tragickými následky. Pro snížení neúmyslného překročení nejvyšší povolené rychlosti někteří výrobci vybavují své nejnovější modely systémy pro rozpoznávání (čtení) dopravních značek. Tyto systémy mnohdy kromě značek omezujících nejvyšší povolenou rychlost dokážou také řidiče upozornit i na jiné zákazové značky, například zákaz předjíždění.[97][107]

Systémy pro rozpoznávání dopravních značek mohou ke své činnosti využívat informace z kamery umístěné v prostoru úchyty vnitřního zpětného zrcátka nebo z dat ze satelitního navigačního systému. Některé systémy využívají informace jak z kamery, tak i mapových podkladů navigačního systému. Systémem využívajícím kameru, která neustále snímá dění v prostoru před vozidlem, je například systém Opel Eye nebo systém Traffic Sign Recognition koncernu Volkswagen. Systémy využívající data ze satelitní navigace mohou upozornit řidiče na snížení nejvyšší povolené rychlosti i v případech, kdy u silnice dopravní značka chybí. Tato situace nastává například při příjezdu do obce, kde je nejvyšší dovolená rychlost automaticky snížena na rychlost $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ pouze značkou označující začátek obce. Využití a spolehlivost systémů založených na datech z navigace však velmi záleží na aktuálnosti mapových podkladů, které jsou v navigačním přístroji nahrány.[22][97][101][107]

Systém Opel Eye na základě aktuální viditelnosti sleduje pomocí vysokorychlostní kamery prostor před vozidlem až do vzdálenosti 100 metrů. Software na získaném obrazu nejprve rozezná kruhový obrys značky a poté získané snímky porovnává s údaji uloženými v paměti. Dojde-li ke shodě, program zobrazí značku s hodnotou rychlosti na displeji v zorném poli řidiče. K zobrazení může dojít v určité vzdálenosti před značkou nebo až v okamžiku, kdy vozidlo značku mine. Je-li na silniční komunikaci umístěno několik zákazových značek za sebou, systém jako první zobrazí, podle naprogramovaného algoritmu, důležitější dopravní značku. Výhodou systému Opel Eye je také možnost zobrazit si na displeji značky zpětně pomocí stisknutí tlačítka na volantu. Systémy jiných výrobců automobilů fungují na stejném principu. Například systém Traffic Sign Recognition výrobce Škoda dokáže rozeznat i doplňkové tabulky upravující zákaz, například pro nákladní automobily nebo za zhoršených povětrnostních podmínek.[22][97][101][107]

Řidiči mohou být kromě zobrazení značek na displeji také upozorněni na překročení nejvyšší dovolené rychlosti vizuálně nebo akusticky až v případě, kdy dojde k překročení určité limitní hodnoty, kterou si sami nastavili. Řidič je tak například upozorněn až v případě, kdy nejvyšší dovolenou rychlost překročí o $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Toto řešení je běžné například při použití satelitní navigace.[97]



Systémy čtení dopravních značek jednotlivých výrobců však nejsou zatím podle testů příliš spolehlivé. V obcích, kde by řidič jejich činnost nejvíce ocenil, často neukazují správnou hodnotu nejvyšší povolené rychlosti, která se při průjezdu obcí častokrát mění a při přejetí křižovatky se nejvyšší povolená rychlost vrací zpět na hodnotu $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Může se například také stát, že systém zobrazí na displeji i nálepky s omezením rychlosti na zádi nákladních automobilů.[1]



Obr. 4.1 Systém rozpoznávání dopravních značek ve voze Škoda Octavia [126]

4.2 ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY

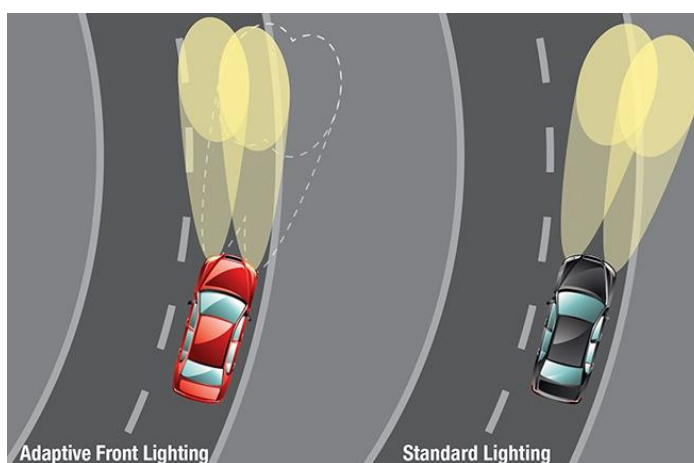
Adaptivní světlomety (AFL, Adaptive Forward Lighting) jsou generací předních světlometů umožňující osvětlit při jízdě prostory před vozidlem a v jeho okolí, které u konvenčních světlometů zůstávají za snížené viditelnosti neosvětleny. Podle odhadů organizace Euro NCAP pomáhá technologie adaptivních světlometů snížit počet vážných dopravních nehod vzniklých v nočních hodinách o 15 %. U moderních automobilů se používají dva typy adaptivních světlometů. Rozeznávají se statické a dynamické. Většina výrobců automobilů u svých vozů používá obě varianty. Konstrukce adaptivních světlometů jednotlivých výrobců je navržena tak, aby co nejvíce zvětšovala osvětlený prostor na vozovce a v jejím okolí při snížené viditelnosti, ať už v noci nebo při zhoršených povětrnostních podmínkách, například silném dešti. [35][36][90]

Statické světlomety jsou přídavné světlomety sloužící k přisvětlení vozovky a jejího okolí při jízdě ve velmi úzkých zatáčkách, na křižovatkách a při manévrování v těsných prostorech, například ve městech. Přídavné světlomety mohou být umístěny v tělese hlavního předního světlometu automobilu (například u automobilu Opel Insignia) nebo mohou být k jejich činnosti využity přední světla do mlhy (například automobily značky Škoda). Jejich činnost je řízena pomocí řídicí jednotky. Hlavními signály pro pozvolné rozsvícení a zhasnutí přídavných světlometů je zapnutí směrových světel řidičem uvnitř automobilu a úhel natočení volantu. V případě potřeby se statické světlomety rozsvítí na pravé nebo levé straně vozidla při malých rychlostech do 40 až $70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Zdrojem světla ve statických adaptivních světlometech je nejčastěji halogenová žárovka. [35][36][87][90]

Dynamické adaptivní světlomety se liší od statických světlometů tím, že se mohou podle potřeby natačovat jak ve vertikálním, tak i horizontálním směru. Pohyblivou částí světlometu může být projekční optika nebo reflektor. Natačení jednotlivých částí světlometu mají ve většině případů na starosti krokové motory. O správném natočení části světlometu rozhoduje řídicí



jednotka, která určuje velikost a směr natočení na základě dat získaných ze snímačů natočení volantu, z údajů o rychlosti vozidla, o osvětlení okolí vozidla a případně i z informací ze satelitních navigačních přístrojů nebo dešťového senzoru. Díky sensorům, vysoce výkonné výpočetní technice a přesným krokovým motorům je tak možno velmi rychle přizpůsobit směr světelných paprsků momentální jízdni situaci. U nejnovějších automobilů jsou dynamické adaptivní světlomety konstruovány jako xenonové nebo bi-xenonové. Zdrojem světla je v těchto světlometech xenonová výbojka. Světelné záření v ní vzniká při hoření elektrického oblouku mezi dvěma elektrodami uvnitř skleněné trubice naplněné inertním plynem, nejčastěji vzácným plynem xenonem.[35][36][45][90]

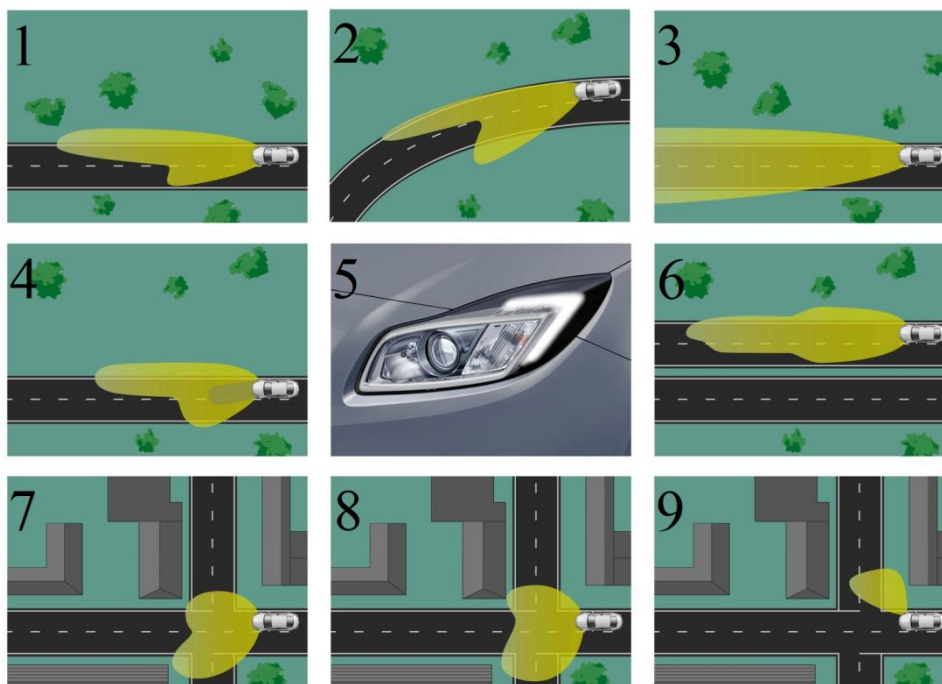


Obr. 4.2 Osvětlení vozovky při průjezdu zatáčkou automobilem s adaptivními světlomety (vlevo) a s konvenčními světlomety (vpravo) [125]

Nejnovější generace adaptivních světlometů se nejen natáčí při průjezdu zatáčkou, ale dokáže podle pokynů řídicí jednotky upravit osvětlení prostoru před vozidlem pro dosažení nejlepšího osvětlení v dané situaci. Poslední generace adaptivních světlometů AFL+ automobilky Opel umožňuje upravit osvětlení světlometů až pro osm odlišných situací (viz Obr. 4.3). Adaptivní světlomety spolupracují s asistentem dálkových světel. Ten automaticky zapíná a vypíná dálková světla podle světelných podmínek před vozidlem. Světelné podmínky jsou snímány pomocí optického senzoru. Optický senzor je umístěn v úchyty vnitřního zpětného zrcátka. Senzor neustále snímá světelné podmínky před vozidlem a předává tyto údaje do řídicí jednotky. V případě, že senzor zaznamená světlo ze světlometů protijedoucího vozidla nebo světlo koncových světel vozidel jedoucích ve stejném směru, jsou dálková světla automaticky přepnuta na světla tlumená, aby nedošlo k oslnění řidiče v jiném voze. Pomine-li riziko oslnění ostatních účastníků silničního provozu, dálková světla se opět automaticky zapnou. Pro jízdu po dálnici nebo rychlostní komunikaci (při překročení rychlosti $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) za snížené viditelnosti je možné osvětlit vozovku před automobilem do vzdálenosti až 140 metrů. Samotné překročení nadefinované rychlosti však nestačí. Řídicí jednotka upraví světlomety i v závislosti na úhlu natočení volantu. Pokud natočení nepřesáhne přesně stanovené hodnoty, upraví řídicí jednotka světlomety pro osvětlení dané vzdálenosti. V případě hrozícího oslnění řidiče v jiném vozidle jsou světlomety ztlumeny. Při průjezdu zatáčkou se světlomety natočí ve vodorovném směru do středu zatáčky tak, aby co nejlépe osvětlovaly její profil. Adaptivní světlomety AFL+ jsou schopny se přizpůsobit i povětrnostním vlivům jako je dešť. V závislosti na jeho intenzitě, která se měří pomocí dešťového senzoru, řídicí jednotka upraví intenzitu osvětlení pravého a levého světlometu. Ve světlometu blíže k okraji silnice se xenonová výbojka rozsvítí intenzivněji pro zajištění lepší viditelnosti vodorovného dopravního



značení a okrajů vozovky. U levého světlometu se naopak intenzita osvětlení sníží, aby nedošlo k možnému oslnění protijedoucích vozidel odlesky světla na mokré vozovce.[35][36][45]



Obr. 4.3 Jednotlivé typy osvětlení světlomety Opel AFL+ ve vozidle Opel Insignia: 1 - potkávací světla, 2 - osvětlení zatáčky, 3 - dálková světla, 4 - osvětlení vozovky za deště, 5 - adaptivní světlomet, 6 - osvětlení při jízdě po dálnici, 7,8 - jízda ve městě, 9 - přídavné osvětlení při odbočování [122]

4.3 SYSTÉMY NOČNÍHO VIDĚNÍ

Řidič při řízení vozidla vnímá většinu potřebných informací svým zrakem. Velký problém tedy nastává, když musí řidič řídit vozidlo za tmy nebo snížené viditelnosti. Všechna silniční vozidla musí být vybavena osvětlením, které však osvítlí prostor před vozidlem pouze do omezené vzdálenosti. Běžná tlumená světla s halogenovou žárovkou umožňují osvětlit prostor před automobilem do vzdálenosti 40 metrů. Dálková světla osvítlí prostor před vozidlem až do vzdálenosti 150 metrů. Mnohdy je však kvůli hustému provozu nelze při řízení použít, protože by docházelo k oslnění ostatních řidičů nebo jiných účastníků silničního provozu. Podle statistik dochází v noci k závažnějším dopravním nehodám než ve dne. V České republice připadá průměrně na 1000 nehod způsobených ve dne 7 usmrcených osob. Naopak v nočních hodinách připadá průměrně na stejný počet nehod již 12,3 úmrtí osob. Z tohoto důvodu někteří výrobci automobilů vybavují svá vozidla systémem pro noční vidění.[27][35][36][79]

Systémy nočního vidění umožňují vidět prostor před vozidlem ve větší vzdálenosti než světlomety. Ke své činnosti využívají tyto systémy infračervené záření, které je pro lidské oko neviditelné. Z tohoto důvodu mohou řidiči poskytnout informace o situaci před vozidlem až do vzdálenosti 300 metrů a přitom nehrozí oslnění ostatních řidičů. U moderních automobilů se můžeme setkat se dvěma typy systémů nočního vidění, jež se mohou navzájem kombinovat a doplňovat.[35][36][64][78][79]



První typ využívá například výrobce automobilů BMW nebo Audi. Jejich systém je založen na sledování prostoru před vozidlem pomocí termovizní kamery. Termovizní kamera bývá umístěna v prostoru mřížky masky vozidla, která slouží k přivádění vzduchu k motoru. Kamera snímá prostor před vozidlem, získaný obraz je zpracováván řídicí jednotkou a následně zobrazován na displeji v zorném poli řidiče. Kamera dokáže zaznamenat jakýkoliv objekt, který vyzařuje infračervené záření ve formě tepla. Takovým objektem je každý člověk, zvíře nebo i jiný automobil. Vyhodnotí-li řídicí jednotka při zpracování obrazu z kamery, že se před vozidlem pohybuje například chodec, zvýrazní jeho siluetu na displeji barevným rámečkem.[35][36][79][80][103]



Obr. 4.4 Umístění termovizní kamery ve vozech značky Audi [79]

Druhým typem technologie systému nočního vidění je systém používaný například výrobcem automobilů Mercedes-Benz. V tomto případě je prostor před vozidlem osvětlován pomocí infračervených diod typu LED. Diody jsou umístěny ve světlometech vozidla. Vysílané infračervené záření se odráží od všech objektů, které se vyskytují v oblasti osvětlené infračervenými diodami. Automobil musí být vybaven kamerou schopnou odražené infračervené záření zachytit. Obraz z kamery je vyhodnocován řídicí jednotkou a v případě nebezpečí je na displeji v zorném poli řidiče zobrazen černobílý obraz situace před vozidlem. Vyhodnocené nebezpečné objekty, například chodci nebo zvířata, jsou na displeji pro lepší rozpoznání řidičem barevně zvýrazněny. Tento typ systému nočního vidění je schopen rozpoznat nebezpečí až ve vzdálenosti 160 metrů před vozidlem. Doplnkovou funkcí systému nočního vidění může být blikání na chodce. Využívá se hlavně tehdy, když se chodec pohybuje v noci nebo za snížené viditelnosti v okolí silniční komunikace. Na možnou nebezpečnou situaci je tak upozorněn nejen řidič automobilu, ale také chodec.[35][36][64][78]



Obr. 4.5 Displej systému nočního vidění v automobilu značky Mercedes-Benz [78]



4.4 ASISTENT ROZPOZNÁNÍ ÚNAVY

Únava řidiče je nebezpečná zvláště při dlouhých monotónních cestách, například po dálnici nebo rychlostní komunikaci. Z údajů o příčinách dopravních nehod vyplývá, že přibližně 20 až 25 % dopravních nehod na evropských silnicích způsobí unavení řidiči. Pro snížení počtu nehod způsobených únavou řidiče někteří výrobci automobilů, například Ford, Mercedes-Benz, Volvo nebo Škoda, vybavují své modely asistentem rozpoznávání únavy. U jednotlivých výrobců se můžeme setkat s rozdílnými názvy pro tento asistenční systém. Například výrobce vozů Škoda používá označení Rozpoznání únavy řidiče (Driver Activity Assistant) a výrobce vozů Ford používá označení Sledování bdělosti řidiče (Driver Alert).[59][66][89][94][107]

Systém je schopen vyhodnotit únavu řidiče podle změn stylu jízdy na základě informací z kamery nebo snímače úhlu natočení volantu. Kamera snímá prostor před vozidlem a řídicí jednotka následně z obrazu vyhodnocuje, jestli se vozidlo pohybuje v daném jízdním pruhu mezi vodorovným dopravním značením nebo míří z jízdního pruhu ven. Tyto údaje porovnává s uloženými daty o chování řidiče v předchozích úsecích silnice a také s údaji, které má nahrané ve své paměti již od výroby. Liší-li se aktuální jízda od stylu jízdy na předcházejících úsecích a od uložených údajů o bezpečné jízdě, asistent rozpoznání únavy informuje řidiče o vhodnosti přestávky. Řidič může být o únavě informován pomocí zvukového signálu nebo textovou zprávou na displeji umístěném v jeho zorném poli.[35][59][66][89][107]

Pokud systém rozpoznávání únavy používá ke své činnosti informace ze snímače úhlu natočení volantu, během jízdy si ukládá informace o úhlu natočení do své paměti a nová data porovnává s daty staršími. V běžných situacích, kdy řidič není unavený, provádí neustále drobné úpravy směru, aby udržel vozidlo v optimální stopě pro bezpečnou jízdu. Začíná-li být řidič unavený, klesá počet těchto drobných úprav a vozidlo již nejede bezpečným směrem. Jakmile řidič zjistí, že se vozidlo odchýlilo od správného a bezpečného směru, provede velmi rychlou a mnohdy až přehnanou korekci směru jízdy. Opakuje-li se tento scénář vícekrát za sebou, řídicí jednotka vyhodnotí, že je řidič unavený a není schopen v dostatečné míře udržet svou pozornost pro řízení vozidla. Řidič je poté upozorněn na nutnost přestávky.[66][94][107]

Existují i systémy, které pro svou činnost využívají data jednak z kamery, tak také ze snímače úhlu natočení volantu. Asistent rozpoznání únavy se spouští automaticky při překročení určité rychlosti nastavené v řídicí jednotce tohoto systému. Nejnižší rychlostí pro zapnutí systému bývá rychlost $65 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Minimální rychlost je stanovena proto, aby systém nevyhodnocoval styl jízdy například i při jízdě ve městech, kdy často dochází ke změně směru jízdy při přejíždění z jednoho jízdního pruhu do druhého.[89][100][107]



Obr. 4.6 Upozornění na únavu řidiče zobrazené na displeji ve vozidle Škoda Octavia [94]

Po upozornění na možnost únavy a doporučení přestávky záleží na řidiči, jestli varování upslechne a zastaví na nejbližším vhodném místě, aby si odpočinul, nebo bude v jízdě pokračovat dál. Nezastaví-li řidič a systém stále vyhodnocuje nebezpečí řidičovy únavy, varování se po uplynutí určitého časového intervalu, například po 15 minutách, opakuje. Asistent rozpoznání únavy není schopen určit potřebnou délku přestávky. Po přestávce i nadále pokračuje ve vyhodnocování řidičovy bdělosti a v případě nutnosti jej opět na nutnost přestávky upozorní. [66][89]



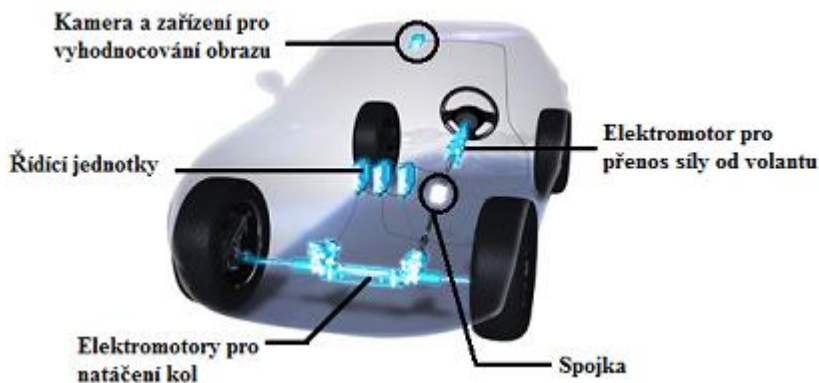
5 KOMFORTNÍ ASISTENČNÍ SYSTÉMY

Komfortní asistenční systémy nezasahují do řízení vozidla. Jejich hlavním úkolem je zvýšení pohodlí řidiče a posádky uvnitř vozu a také snížení námahy, kterou by řidič musel vynaložit při řízení vozidla, kdyby vozidlo těmito systémy vybaveno nebylo. Díky komfortním asistenčním systémům se řidič ve většině případů může více věnovat řízení a plně se na něj soustředit.

5.1 PŘÍMÉ ADAPTIVNÍ ŘÍZENÍ DAS

Přímé adaptivní řízení DAS (Direct Adaptive Steering) je systém vyvinutý výrobcem automobilů značky Infiniti. Tento výrobce je součástí koncernu Nissan. Jedná se o první typ sériově vyráběného typu řízení vozidla, které je označováno jako řízení po drátě (Steer-by-Wire). Jeho vývoj trval automobilce celých 10 let. Prvním sériově vyráběným osobním vozidlem s tímto druhem řízení je Infiniti Q50. Automobil byl představen na autosalonu v Ženevě v roce 2013.[30][67]

Řešení od společnosti Infiniti není čistě řízením bez mechanické vazby mezi volantem a koly vozidla, protože i tento typ řízení obsahuje klasickou tyč řízení. V současné době totiž podle platné legislativy není možné vyrobit a následně homologovat automobil bez mechanického spojení řízených kol a volantu. V normálním stavu se však tyč řízení nepoužívá k řízení vozidla, slouží zde jako pojistka pro případ poruchy elektronického systému. Mezi pastorkem na hřebeni řízení a řídicí tyčí je spojka, která v případě selhání všech záložních systémů mechanicky spojí řídicí volant a kola vozidla. Po spojení celý systém řízení funguje jako u běžného mechanického řízení kteréhokoliv běžně prodávaného vozidla.[4][9][38][67][77]



Obr. 5.1 Schéma přímého adaptivního řízení DAS ve voze Infiniti Q50 [77]

Za normálních okolností, kdy funguje veškerá elektronika adaptivního řízení, ovládají pohyb kol tři elektromotory. Jeden z nich je připojen na řídicí tyč nad spojkou. Díky němu je obstarána zpětná vazba mezi koly vozidla a volantem. Zbývající dva elektromotory slouží k natáčení kol. Každé kolo je natáčeno vlastním elektromotorem. Obě kola jsou navíc ještě spojena tyčí, aby se zabránilo možnému rozdílnému úhlu natočení obou kol. Otočí-li řidič uvnitř vozu volantem, přenáší se tento pohyb pomocí řídicí tyče k elektromotoru, který je k ní připojen. Z tohoto elektromotoru jsou poté pomocí kabelů přenášeny údaje o velikosti úhlu natočení a směru natočení do tří řídicích jednotek. Všechny tři jednotky daný signál zpracují



a pošlou signály do elektromotorů ovládajících natočení kol. Tři řídicí jednotky jsou použity pro případ, když by se jedna nebo dvě porouchaly. Dalším důvodem je vzájemná kontrola zpracovaných údajů. Přes řídicí jednotky je také posílán signál zpět do elektromotoru na řídicí tyči. Řidič tak má pod kontrolou celý proces řízení a navíc získává i zpětnou vazbu od řízených kol. K řidiči se však dostanou pouze pohyby, o kterých řídicí jednotka rozhodne, že jsou pro správné řízení vozidla důležité a nezbytné.[4][9][26][77]



Obr. 5.2 Přímé adaptivní řízení DAS ve voze Infiniti Q50 [116]

Použitím řízení po drátě se eliminují vibrace či nepříjemné pohyby přenášené od kol k řidiči, který drží v rukou volant. Vibrace nebo i prudké pohyby volantu mohou být způsobeny přejetím po nerovné nebo hrbolaté vozovce nebo při přejetí zpomalujících retardérů. I přesto, že v normálním stavu neexistuje u tohoto systému mechanická vazba mezi koly a volantem, řidič nepozná, že řízení probíhá pomocí elektroniky. Řidiči přímé adaptivní řízení navíc umožňuje individuální nastavení tuhosti řízení. Odpadá také nutnost použití posilovače řízení. Další výhodou tohoto systému je, že dokáže eliminovat nutnost neustálých drobných korekcí řízení způsobených například nárazy bočního větru. Podle výrobce automobilů značky Infiniti by měl být tento systém díky nízkým mechanickým ztrátám v řízení rychlejší než běžné mechanické systémy. To by mělo mít pozitivní vliv na zvládnutí nebezpečných situací, u nichž délka časové prodlevy rozhoduje o úspěšném zvládnutí dané nebezpečné situace. Systém přímého adaptivního řízení je možné využít i pro funkci jiných asistenčních systémů, například pro systém udržující vozidlo v jízdním pruhu.[9][67][77]

5.2 AUTOMATICKÉ PARKOVACÍ SYSTÉMY

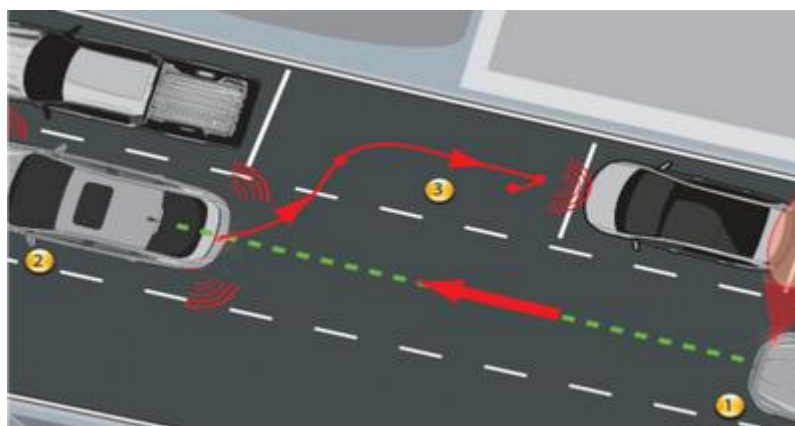
Parkování je pro mnohé řidiče poměrně obtížné. Zvláště stresující pro ně může být situace, kdy se snaží zaparkovat v městském provozu buď do řady vozidel u okraje vozovky, nebo i mezi vozidla stojící kolmo k okraji vozovky. Za nimi se mezitím vytvoří řada vozidel. Častým problémem mnoha řidičů může být i situace, kdy si pro zaparkování vyberou volné místo, ale při parkování zjistí, že je toto místo pro zaparkování jejich vozidla příliš krátké nebo úzké. Ve všech těchto situacích řidiči velmi ocení pomoc systému, který jim zaparkování usnadní. Mnozí výrobci proto tyto systémy na přání zákazníků do svých vozů umisťují. Automatické



systemy navíc umožňují efektivnější využití parkovacích míst, protože pro zaparkování potřebují jen o pár desítek centimetrů delší prostor než je rozměr vozidla.[31][107]

Nejmodernější systémy jsou schopny si poradit se zaparkováním podél okraje vozovky nejen na zcela rovných úsecích, ale také ve stáječících se úsecích nebo při příčném parkování. [24][82]

Většina parkovacích asistentů není zcela automatických, parkovací proces je i nadále řízen řidičem. Parkovací asistenční systémy se aktivují po stisknutí příslušného tlačítka na přístrojové desce. Poté systém nejčastěji pomocí ultrazvukových snímačů umístěných v přední a zadní části vozu kontroluje a vybírá vhodný prostor pro zaparkování. Pomocí ultrazvukových snímačů si může parkovací systém všimnout například i předmětů, které by řidič mohl přehlédnout. Jakmile je vhodný prostor nalezen, zobrazí se tato informace na displeji na přístrojové desce nebo je řidič informován zvukovým signálem. Po zastavení a zapnutí směrových světel na správné straně se postupně na displeji v zorném poli řidiče objevují příkazy. Jich se řidič musí pro zdárné zaparkování držet. Řidič ovládá pouze pedály a převodovku vozidla a elektronika automobilu natáčí kola tak, aby vůz zaparkoval na dané místo. Existují však i systémy, například od výrobce automobilů BMW, které během podélného parkování ovládají i pedály automobilu. Celý parkovací proces je tak v plné režii elektronického systému. V případě, že si řidič všimne nějaké překážky, může zabránit kolizi tím, že jednoduše zabrzdí nebo i převezme řízení automobilu. Řidič bez větších obtíží „přetlačí“ elektroniku natáčející volant.[24][74][82][107]



Obr. 5.3 Schéma funkce automatického parkování: 1 - po stisknutí tlačítka systém kontroluje volná místa mezi vozidly (toto místo je příliš krátké), 2 - systém našel vhodné místo pro zaparkování (začátek parkovacího procesu), 3 - místo pro zaparkování vozidla [125]

Někteří výrobci automobilů, například Ford, Volvo a Volkswagen, však vyvíjejí systém, který by umožňoval zaparkování vozidla a následné vyjetí z parkovacího místa i v případech, kdy řidič nesedí uvnitř vozu. Zaparkování a vyjetí z parkovacího místa by řidič mohl ovládat například pomocí svého chytrého telefonu. Takové řešení je velmi užitečné například v situacích, kdy další vozidla zaparkují příliš blízko a řidič tak nemůže do automobilu nastoupit. Tyto systémy by také mohly řidičům ušetřit i čas, který potřebují k nalezení místa pro zaparkování. Budoucností společnosti Volvo je systém, kdy řidič vystoupí z automobilu a vůz si potom sám najde místo pro zaparkování. Když bude řidič opět auto potřebovat, přivolá si jej pomocí aplikace ve svém chytrém telefonu.[24][31][105]



6 SNÍMAČE ASISTENČNÍCH SYSTÉMŮ

Asistenční systémy by nemohly fungovat bez snímačů. Díky nim získávají potřebné informace. Z nich pak mohou vyhodnotit případné nebezpečí a informovat o něm řidiče nebo mohou provést zákroky do řízení vozidla. Mohou tak zamezit vzniku nebezpečné situace nebo alespoň omezit následky případné havárie. U moderních automobilů se můžeme setkat se širokým spektrem snímačů. Následující kapitola se věnuje pouze některým základním snímačům a principu jejich funkce.

6.1 INFRAČERVENÉ SNÍMAČE

Princip činnosti infračervených snímačů je založen na tom, že všechny předměty s teplotou vyšší než absolutní nula vyzařují do svého okolí záření ve formě tepla. Infračervené snímače jsou schopny přijímat záření, které leží mimo rozsah viditelného světla. Při jejich činnosti tak vysílané a přijímané záření člověk nevidí a tedy jím nemohou být oslněni ostatní účastníci silničního provozu. Právě proto jsou v automobilové technice infračervené snímače používány. Bývají označovány jako infrakamery nebo termokamery. Slouží převážně k upozornění řidiče na nebezpečí při jízdě v noci nebo za zhoršených světelných podmínkách.[35]

Infrakamery pracují na principu velmi podobnému klasickým videokamerám. Kamery pro snímání obrazu v infračerveném spektru se skládají z optiky, detektoru a jednotky, která zpracovává signály ze snímače. Optika infrakamery je nejčastěji tvořena optickou čočkou. Je vyrobena z germania. Tato čočka neslouží pouze k zaostření dopadajícího záření, ale také jako filtr. Jejím úkolem je propouštět ke snímači pouze elektromagnetické záření určitých vlnových délek.[35][69]



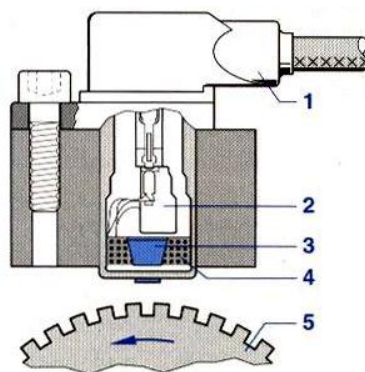
Obr. 6.1 Termokamera PathFindIR používaná v automobilové technice [83]

Detektory infračerveného záření mohou pracovat na principu tepelném nebo fotoelektrickém. U obou typů detektorů dochází k přeměně dopadajícího záření na elektrický signál. U tepelných snímačů dochází ke změně jejich elektrického odporu podle toho, jak intenzivní záření na ně dopadá. Při dopadu infračerveného záření na snímač pracující na principu fotoelektrického jevu vzniká v jeho struktuře elektrický proud. Velikost proudu souvisí s intenzitou dopadajícího infračerveného záření. Změna odporu nebo proudu je poté vyhodnocována řídicí jednotkou a vyhodnocený obraz je potom zobrazován na displeji v zorném poli řidiče. Objekty s teplotou vyšší, než je teplota okolí, se na displeji zobrazí světleji.[35][69]

6.2 MAGNETICKÉ SNÍMAČE

Magnetické snímače se v automobilové technice využívají jako snímače otáček. Jejich činnost využívá například protiblokovací systém ABS. U automobilů se můžeme setkat s magnetickými snímači aktivními a pasivními. Pasivní magnetické snímače jsou také nazývány jako snímače indukční, aktivní snímače jako magnetorezistenční. U moderních automobilů jsou dnes již ve většině případů používány jako snímače otáček kol aktivní magnetické snímače, protože umožňují určit otáčky už od klidového stavu. Dále je popsán princip obou typů magnetických snímačů.[13][32][35][36][37]

Pasivní snímače otáček kol se skládají ze dvou částí, ze samotného snímače a z tzv. impulzního kotouče. Snímač se skládá z cívky s jádrem. Jádrem cívky může buď permanentní magnet samotný, nebo je jádro cívky z magneticky měkké oceli a v jeho blízkosti je permanentní magnet. Způsobuje magnetizaci jádra cívky. Impulzní kotouč je připevněn ke kolu a otáčí se s ním. Impulzní kotouč musí být vyroben z feromagnetického materiálu a na svém vnějším obvodu musí být opatřen zuby. Snímač je připevněn k části zavěšení kola, která se neotáčí. Aby snímač správně fungoval, musí být cívka s permanentním magnetem vzdálena od impulzního kotouče pouze o určitou vzdálenost. Jakmile se začne otáčet kolo automobilu, začne se s ním otáčet i impulzní kotouč. Střídavé přibližování a oddalování zubů otáčejícího se impulzního kotouče způsobí změnu magnetického toku v cívce. Změnou magnetického toku se vyvolá indukce střídavého napětí ve vinutí cívky. Aby k indukci střídavého napětí došlo, musí se impulzní kotouč otáčet dostatečně rychle. Střídavé napětí je poté z cívky odváděno do elektrického regulátoru. Ten z frekvence indukovaného střídavého napětí určuje otáčky kola automobilu.[13][32][35][36][37]

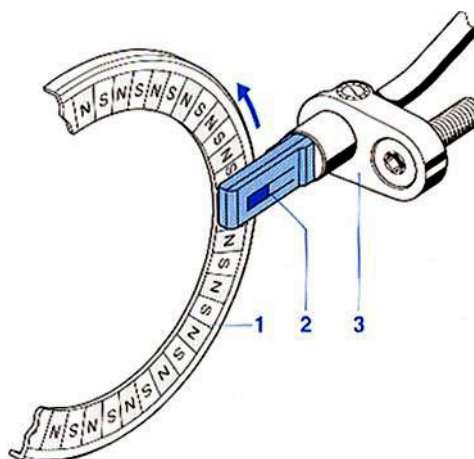


Obr. 6.2 Pasivní snímač otáček kol: 1 - pouzdro elektrického vedení, 2 - permanentní magnet, 3 - jádro z magneticky měkké oceli, 4 - vinutí cívky, 5 - impulzní kotouč [13]

Konstrukce aktivních snímačů se od snímačů indukčních na první pohled neliší. Aktivní snímač se opět skládá ze snímače a z impulzního kotouče. Impulzní kotouč již není opatřen zuby, ale po jeho obvodu jsou rozmístěny permanentní magnety. Může tak být součástí kroužku ložiska kola automobilu. Po obvodu impulzního kotouče se musí pro správnou funkci celého snímače pravidelně střídát severní a jižní pól magnetu. Snímací prvek může být tvořen magnetorezistorem nebo Hallovým snímačem. U magnetorezistorů dochází ke změně jejich odporu v závislosti na intenzitě magnetického pole v jejich blízkosti. Hallové snímače jsou založeny na principu Hallova jevu. Umístíme-li vodič, kterým protéká proud, do magnetického pole, lze poté ve směru kolmém na protékající proud naměřit tzv. Hallovo napětí. Velikost Hallova napětí závisí na velikosti magnetického pole, do něhož vodič s proudem umístíme.[13][32][35][36][37]



Otáčením impulzního kotouče se mění magnetický tok procházející snímacím prvkem. Tyto změny se projeví změnou odporu v magnetorezistoru nebo změnou napětí v Hallově snímači. Změny ve snímačích jsou vyhodnocovány řídicí jednotkou, jež z nich stanoví otáčky kola. Magnetorezistory i Hallovy snímače jsou citlivé na změny magnetického pole v jejich okolí, a proto jsme díky nim schopni určit otáčky kol i při pomalém otáčení kol.[13][32][35][36][37]



Obr. 6.3 Aktivní snímač otáček kol: 1 – impulzní kotouč, 2 - měřící prvek (snímač), 3 – držák senzoru [13]

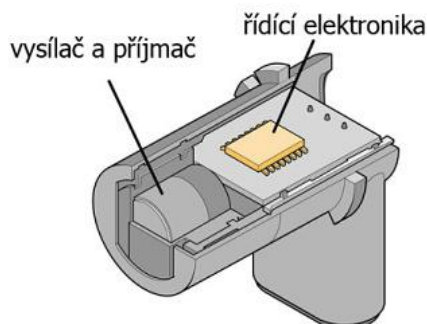
6.3 ULTRAZVUKOVÉ SNÍMAČE

Ultrazvukové snímače slouží ke sledování blízkého okolí vozidla. Oblast, kterou mohou kontrolovat, většinou není větší než 30 metrů v okolí vozidla. V praxi je jejich maximální dosah 5 metrů. Toto je však pro použití v automobilové technice dostačující, protože ultrazvukové snímače se nejčastěji používají pro měření vzdáleností pro parkovací systémy. Jejich nespornou výhodou je však přesnost, s níž dokážou určit měřenou vzdálenost. Další výhodou je, že zvukové vlny se odráží téměř od všech objektů, kromě objektů z materiálů speciálně vyvinutých za účelem pohlcování zvuku. Ultrazvukové snímače umožňují rozeznat objekty jakékoliv barvy nebo i průhledné překážky. Činnost ultrazvukových snímačů neomezuje ani nepříznivé povětrnostní vlivy, jako je například mlha nebo hustý déšť.[32][35][106]

Princip ultrazvukových snímačů je založen na vysílání a následném přijímání ultrazvukového signálu s frekvencí desítek kHz, obvykle 30 kHz. K vytvoření ultrazvukového signálu se používá tenká membrána. Může být vyrobena například z hliníku. K jejímu rozechvění na vysokou frekvenci za velmi krátkou dobu slouží piezoelektrický měnič. Vysílač signálu je ve většině případů i přijímačem signálu, a proto se po vyslání zvukového signálu vysílač přepne do režimu přijímače. Zvukový signál se po vyslání pohybuje v okolním prostředí rychlostí zvuku a dopadne-li na nějaký objekt, odrazí se od něj zpět ke zdroji signálu. Jakmile se odražený zvukový signál vrátí zpět ke zdroji, membrána ve snímači se opět rozechvěje. Tímto je detekován příjem signálu a následně piezoelektrický měnič převede vibrace na elektrický signál. Tento signál putuje do řídicí jednotky. Ta z časového intervalu, za který se zvukový paprsek vrátil k vysílači, určí vzdálenost mezi vysílačem a objektem, od něhož se zvukový signál odrazil.[32][35][106]



Pro činnost parkovacích asistenčních systémů jsou ultrazvukové snímače umístěny v předním a zadním nárazníku vozidla. Ultrazvukové snímače díky svým malým rozměrům nezabírají v nárazníku velký prostor. Nejčastěji jsou na každém konci vozidla umístěny čtyři snímače. Jeden samotný snímač by nestačil, protože by nedokázal pokrýt dostatečně široký prostor před nebo za vozidlem. Kombinací většího počtu ultrazvukových snímačů lze navíc přesněji určit polohu dané překážky.[32][35][106]



Obr. 6.4 Ultrazvukový parkovací senzor [114]

6.4 RADAROVÉ SNÍMAČE

Radarové snímače jsou v automobilovém průmyslu využívány pro určování relativní rychlosti jedoucích vozidel, ke stanovení vzdálenosti mezi nimi a také k určení polohy jiného automobilu.[32][35]

Jejich princip je založen na vysílání a přijímání elektromagnetického vlnění o frekvenci 76 až 77 GHz do požadovaného prostoru. Frekvenční interval je speciálně vyhrazen pouze pro použití v automobilovém průmyslu. K vysílání a přijímání elektromagnetického vlnění slouží parabolická anténa. Vlnění vyslané z antény radaru se šíří v daném směru. Jakmile dopadne na nějakou překážku, odrazí se od tohoto objektu zpět ke zdroji vlnění. Po přijetí odraženého signálu dojde k jeho zesílení a elektronika následně vypočítá rychlost, polohu a vzdálenost vozidla, od něhož se elektromagnetické vlnění odrazilo. Pro určení těchto údajů je nutné, aby se překážka, od které se vlnění odrazí, pohybovala.[32][35]

Samotné vysílání elektromagnetického vlnění o určité frekvenci k správnému určení vzdálenosti mezi vozidly nestačí. Elektromagnetické vlnění je před vysláním z radaru nejprve „uspořádáváno“ do svazků. Ty jsou poté upravovány tak, abychom z odražených paprsků byli schopni určit požadované informace. Teprve upravené vlnění je možné z radaru vypustit. Úprava vlnění je založena na modulování svazků vlnění v čase buď pulzním, nebo frekvenčním způsobem. Pulzní modulací se upravuje délka elektromagnetického vlnění. Z automobilových radarů se obvykle vysílá vlnění o délce 10 až 30 ns. Tento časový interval odpovídá přibližně délce vlny tři až deset metrů. Frekvenční modulací se upravuje okamžitá frekvence svazku elektromagnetického vlnění.[32][35]

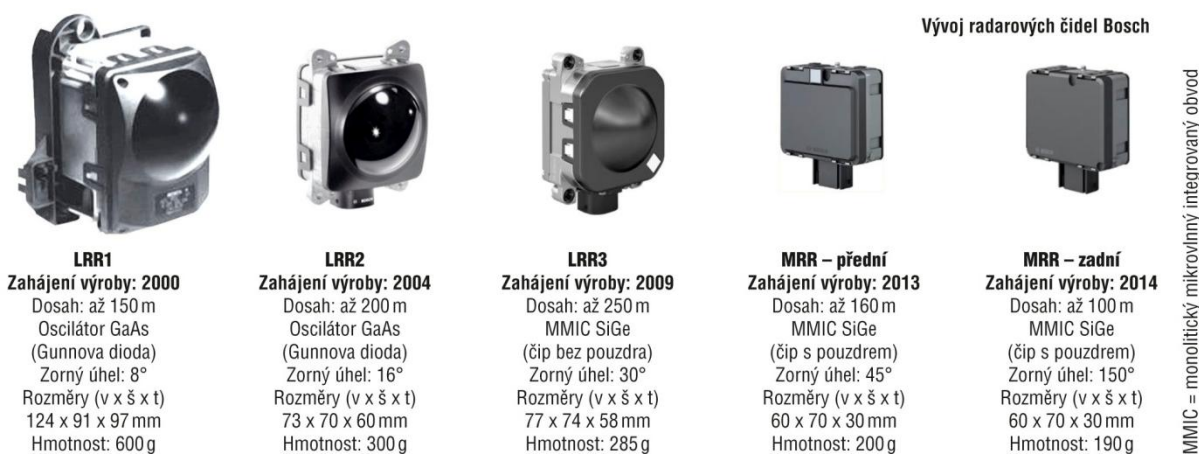
Odražené elektromagnetické vlnění se po přijetí musí demodulovat stejným způsobem, jakým se prováděla modulace, tedy pulzně nebo frekvenčně. Vzdálenost mezi vozidly se u pulzně modulovaného signálu určí z časového intervalu, jenž uplyne do přijetí odraženého signálu. Při použití frekvenční modulace se vzdálenost mezi automobily určuje nejen z času, který



uplyne mezi vysláním a přijetím vlnění, ale také ze změny frekvence vlnění. Radar v závislosti na čase mění frekvence vysílaného signálu. Frekvence přijatého vlnění se proto liší od frekvence, kterou radar v čase přijetí vysílá. Po porovnání frekvencí vlnění lze určit, za jak dlouho se signál vrátil zpět k vysílači. Z tohoto časového intervalu lze následně určit požadované informace.[32][35]

Pro určování polohy vozidla nebo jiného objektu musí být radar vybaven například tzv. Fresnelovou čočkou, nebo mechanismem umožňujícím natáčení antény. Díky tomu se může vysílané elektromagnetické vlnění šířit do několika různých směrů. Poloha objektu se určuje z intenzity přijatých paprsků. Překážka se nachází v prostoru, ze kterého se vrátí nejintenzivnější odražené paprsky.[32][35]

Relativní rychlost pohybujícího se objektu lze určit z několika po sobě jdoucích údajů o vzdálenosti mezi vozidly nebo pomocí Dopplerova jevu. Určování rychlosti ze změřených vzdáleností není dostatečně přesné. Z tohoto důvodu se pro určování relativní rychlosti využívá Dopplerův jev. Ten popisuje změnu frekvence elektromagnetického vlnění po odrazu od překážky. V závislosti na rozdílu frekvencí elektronika určí relativní rychlost obou objektů. Zrychluje-li vpředu jedoucí vozidlo, je odražená frekvence vyšší než frekvence vysílaná. Jedou-li obě vozidla stejnou rychlostí, frekvence vysílaného a odraženého vlnění jsou stejné. Jede-li vpředu jedoucí vozidlo pomaleji nebo zpomaluje-li, odražená frekvence je nižší než frekvence vysílaného vlnění.[8][32][35]



Obr. 6.5 Vývoj radarových čidel společnosti Bosch [115]

6.5 LASEROVÉ SNÍMAČE

I v automobilové technice lze využít laserového paprsku. Snímače využívající laserového paprsku pro určení vzdálenosti jsou označovány jako lidar, což je zkratka anglického označení Light Detection and Ranging (v češtině detekce světla a měření vzdálenosti). Snímače lidar se někdy označují také jako laserové skenery. Laserové snímače využívají asistenční systémy, které potřebují pro svou správnou činnost znát co nejpřesněji vzdálenost mezi vozidlem vybaveným laserovým snímačem a jiným objektem pohybujícím se po silniční komunikaci nebo v jejím okolí. Lze je také využít pro určení relativní rychlosti mezi vozidly a také pro určení polohy jiného automobilu nebo jiné překážky.[3][35]



Zdrojem laserového paprsku nejsou v automobilových laserových snímačích plynové nebo pevné rubínové lasery, ale polovodičové laserové diody. Laserový paprsek v nich vzniká stimulovanou emisí fotonů. Fotony vznikají průchodem elektrického proudu přes polovodičový přechod PN. Vyzářené fotony následně putují do optické čočky, jež laserový paprsek zaostří. Zaostřené impulsy záření jsou poté vysílány požadovaným směrem. Dopadne-li laserový paprsek na nějaký objekt, odrazí se od něj zpět k vysílači. Pro přijímání odražených paprsků jsou laserové snímače vybaveny detektorem. Na základě doby mezi vysláním a přijetím laserového impulsu určí řídicí jednotka vzdálenost mezi objekty nebo také jejich relativní rychlost. Pro přesné určení vzdálenosti a relativní rychlosti se využívá množství časových intervalů jednotlivých vyslaných a přijatých odražených paprsků. Určení přesných údajů o vzdálenosti nebo relativní rychlosti by nebylo možné bez velmi přesného zařízení pro měření času, kterým musí být laserové snímače vybaveny.[3][14][35]

Činnost laserových snímačů lze využít také k určení polohy mezi objekty. V takovém případě musí být laserové snímače vybaveny optickým hranolem. Pro monitorování celého požadovaného prostoru se optický hranol připevňuje k pohyblivému mechanismu. Díky němu se může optický hranol natáčet do stran a laserové paprsky tak mohou být vysílány téměř do všech směrů.[3][35]



Obr. 6.6 Jednotka laserového senzoru typu Lidar od společnosti Continental [121]

6.6 VIDEOSENZORY

Některé asistenční systémy moderních vozidel, například systémy udržování vozidla v jízdním pruhu nebo systémy pro rozpoznávání dopravních značek, využívají ke své činnosti snímání obrazu pomocí digitální kamery. Kamera snímající prostor před vozidlem bývá umístěna v prostoru uchycení vnitřního zpětného zrcátka. V automobilovém průmyslu se nejčastěji využívají kamery, které pro snímání obrazu využívají obrazový senzor typu CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Princip získávání obrazu je stejný jako u digitálních videokamer nebo fotoaparátů.[35][98][104]

Obrazové snímače, někdy označované jako čipy, jsou polovodičové součástky vyráběné z křemíku. Snímač bývá rozdělen na několik malých buněk. Ty se nazývají pixely a jsou tvořeny fotodiodami. Fotodiody přeměňují světelné záření na elektrický proud v závislosti na jeho intenzitě a době osvětlení. Proud je následně tranzistorem zesilován a převodníkem je



tento analogový signál převeden na signál digitální. Digitální signál se pro získání potřebných informací zpracovává mikroprocesorem.[2][35][81][104]

U snímácích čipů CMOS jsou tranzistory a převodníky signálu součástí každé buňky. Je tak možné získat informace o osvětlení z každého pixelu zvlášť. Toto výrazně urychluje dobu potřebnou na získání snímku. Další výhodou snímačů typu CMOS je jejich rychlejší a jednodušší výroba ve srovnání se snímači typu CCD. Z toho také plyne, že snímače obrazu typu CMOS jsou ve srovnání se snímači CCD levnější. Také spotřeba energie je ve srovnání s CCD snímačem nižší.[2][81]

Pro snímání prostoru před vozidlem jsou kamery vybaveny optickou soustavou tvořenou optickými čočkami. V automobilech může být pro snímání prostoru před vozidlem nainstalována pouze jedna kamera nebo i kamery dvě, které jsou spojeny do tzv. stereovideokamery. Použitím stereovideokamery je umožněno 3D snímání prostoru před vozidlem až do vzdálenosti 50 metrů.[35][98]



Obr. 6.7 Stereovideokamera společnosti Bosch [98]



ZÁVĚR

Asistenční systémy byly v minulosti a stále ještě jsou hlavní doménou osobních automobilů. Právě u nich dochází k prudkému vývoji nových asistenčních systémů. Toto je zajisté způsobeno tím, že většina lidí ve svém životě řídí pouze osobní automobil. V současnosti je však možné se setkat například s nákladními automobily vybavenými sofistikovanými asistenčními systémy. Změny také nastávají v oblasti motocyklů. Málokdo by si pomyslel, že tento typ dopravního prostředku může být vybaven asistenčním systémem. Opak je však pravdou. Pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu jsou i některé moderní motocykly vybavovány například protiblokovacím systémem ABS.

To, co se zdálo před několika málo lety zcela nemožné, se dnes již v moderních automobilech používá. Jistým příkladem tohoto tvrzení může být zavedení parkovacích systémů, které dokážou bez zásahu řidiče zaparkovat automobil na vhodném místě.

Prudký vývoj asistenčních systémů je zajisté také spojen s velmi rychlým vývojem elektroniky. Asistenční systémy elektroniku pro svou činnost nutně potřebují. Moderní automobily jsou dnes protkány elektrickými vodiči a kabely pro přenos dat mezi jednotlivými snímači, řídicími jednotkami a přístroji, které jejich příkazy vykonávají.

Každý výrobce automobilů vynakládá enormní finanční částky na vývoj nových asistenčních systémů. Vývoj jednotlivých systémů zpravidla trvá poměrně dlouhou dobu. Vynaložení vysokých částek a času stráveného vývojem a testováním nových asistenčních systémů se jistě vyplatí, protože nejen díky novým a stále sofistikovanějším asistenčním systémům se v posledních letech daří snižovat počty vážných dopravních nehod spojených s vážnými zraněními a úmrtími účastníků silničního provozu.

Vývoj asistenčních systémů pozvolna směřuje k výrobě automobilů, jež při řízení nebudou vyžadovat zásah řidiče. Řidič pouze nastaví cíl své cesty a automobil již bez jeho zásahu na požadované místo sám dojede. Tímto by mělo dojít ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu a snížení počtu dopravních nehod s vážnými následky. Uvažuje se také o použití tzv. autonomních konvojů. Vozidla v konvoji by dokázala následovat vozidlo řízené člověkem nebo by se pohybovala po předem vytyčené trase. Zavedení vozidel pohybujících se samostatně po silničních komunikacích se však v současnosti potýká s legislativními překážkami. Stejný problém nastává u systémů, které by byly řízeny pouze tzv. po drátě (systémy X-by-Wire). V současnosti není legislativně vyřešeno, kdo by v případě selhání daného systému byl za dopravní nehodu odpovědný, kdo by musel zaplatit případné škody.

Průkopníkem zavedení autonomního řízení vozidel v běžném provozu je výrobce automobilů Volvo. Tomu se podařilo získat od švédského ministerstva dopravy povolení pro provozování tohoto systému řízení v běžném provozu. Již v tomto roce by se měla po ulicích Göteborgu pohybovat vozidla, která by měla bez větších obtíží sama a bezpečně zvládnout průjezd městskými ulicemi. Bez zásahu řidiče by autonomně řízené automobily měly zastavovat na křižovatkách, správně a bezpečně odbočovat a také by měly zabránit nehodě s jinými účastníky silničního provozu.[6]



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] BABORSKÝ, J. Dej si pohov, cedule hlídám. *Svět motorů*. 2013, č. 7, s. 6-9. ISSN 0039-7016.
- [2] ČERVENÝ, D. *Záznam a zobrazování barev*. Zlín, 2010. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta multimediálních komunikací, Ústav animace a audiovize. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/14085/%C4%8Derven%C3%BD_2010_dp.pdf?sequence=1
- [3] DOLANSKÝ, T. *Lidary a letecké laserové skenování* [online]. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2004 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: <http://wvc.pf.jcu.cz/ki/data/files/160lidaryweb.pdf>
- [4] DVORÁK, F. První jízda s Infinity Q50. Zkusili jsme, jak se řídí auto po drátě. *Auto.idnes.cz* [online]. 3. listopadu 2013 [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/infiniti-q50-cxk-/auto_testy.aspx?c=A131111_141956_auto_testy_fdv
- [5] FREI, M. Obušku, zpátky do pytle. *Svět motorů*. 2013, č. 51-52, s. 6. ISSN 0039-7016.
- [6] FREI, M. Olaf mě vzal na projížďku. *Svět motorů*. 2013, č. 51-52, s. 6. ISSN 0039-7016.
- [7] HALAMANKA, J. Nové nařízení: všechny autonovinky musí mít stabilizační systém ESP. *Auto.idnes.cz* [online]. 3. prosince 2011 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/nove-narizeni-vsechny-autonovinky-musi-mit-stabilizacni-system-esp-lib-/automoto.aspx?c=A111202_151405_automoto_hig
- [8] HALLIDAY, D., R. RESNICK a J. WALKER. *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecní fyziky*. Brno: Vutium, 2000, s. 330-576. ISBN 80-214-1868-0
- [9] HAMZA, J. Model Infinity Q50 se systémem přímého adaptivního řízení předznamenává budoucnost řízení automobilů. *AUTOPERISKOP.cz* [online]. 16. 7. 2013 [cit. 2014-02-11]. ISSN 1213-709X Dostupné z: <http://autoperiskop.cz/model-infiniti-q50-se-systemem-primeho-adaptivniho-rizeni-predznamenava-budoucnost-rizeni-automobilu/>
- [10] HODZIC, M. A Day in History: Mercedes-Benz presents ESP to the world. *BenzInsider.com* [online]. February 16, 2009 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.benzinsider.com/2009/02/a-day-in-history-mercedes-benz-presents-esp-to-the-world/>
- [11] JOST, G., R. ALLSOP a M. STERIU. *Back on track to reach the EU 2020 Road Safety Target?*. Brussels: ETSC. 17 June 2013. 95 s. ISBN 9789076024387. Dostupné z: http://etsc.eu/documents/PIN_Annual_report_2013_web.pdf
- [12] KIA MOTORS CZECH, s.r.o. *Zcela nová Sportage produktová příručka*. ©2010.
- [13] KOČÍ, P. Diagnostika a testování automobilů: učební text [online]. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FS/DaTA/Diagnostika%20a%20testovani%20automobilu.pdf>



- [14] LUKÁŠ, M. Laserové diody – část 2. Funkce a základní parametry. *SVĚTLO: časopis pro světlo a osvětlování* [online]. 2005/2 [cit. 2014-04-05]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=34933
- [15] ONDRÁŠÍK, R. Od července bude ABS u nových automobilů povinností. *Autorevue.cz* [online]. 18. 2. 2006 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: http://www.autorevue.cz/od-cervence-bude-abs-u-novych-automobilu-povinnosti_1/?showforum
- [16] SAJDL, J. ABS (Anti-lock Braking System). *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-02-07]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/abs-anti-lock-braking-system/>
- [17] SAJDL, J. ASR (Antriebsschlupfregelung). *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-02-08]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/asr-antriebsschlupfregelung/>
- [18] SAJDL, J. Brzdový asistent. *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-02-10]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/brzdovy-asistent/>
- [19] SAJDL, J. ESP (Electronic Stability Programme). *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-02-09]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/esp-electronic-stability-programme/>
- [20] SAJDL, J. Hyperextenze krku (Whiplash). *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-03-07]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/hyperextenze-krku-whiplash/>
- [21] SAJDL, J. Losí test. *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-02-09]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/losi-test/>
- [22] SAJDL, J. Opel Eye. *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-03-18]. ISSN 1804-2554. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/opel-eye/>
- [23] SLOVÁČEK, P. Evropská komise: Auta budou bezpečná, a basta!. *Auto.cz* [online]. 24. 10. 2012 [cit. 2014-02-10]. ISSN 1213-8991. Dostupné z: <http://www.auto.cz/pomocnici-v-aute-auta-budou-bezpecna-a-basta-70742>
- [24] SMĚŠNÝ, K. Volkswagen vyvíjí nové parkovací systémy. *TipCars* [online]. 23. 09. 13 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: <http://www.tipcars.com/magazin-volkswagen-vyvi-ji-nove-parkovaci-asistenty-6515.html>
- [25] SUDLER & HENNESY. Proč je Whiplash Injury nebezpečný. *Whiplash Injury* [online]. ©2010 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.whiplash.cz/cs/proc-je-nebezpecny/>
- [26] ŠRÁMEK, A. neslavný román s „řízením po drátě“ od Infinity zatím končí svolávací akcí. *Autoforum.cz* [online]. 17. 12. 2013 [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zajimavosti/neslavny-roman-s-rizenim-po-drate-od-infinity-zatim-konci-svolavaci-akci/>



- [27] TESÁŘÍK, J. a P. SOBOTKA. *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2012*. Praha: Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, duben 2013. Dostupné z: <http://www.policie.cz/soubor/1-web-strany-1-25-export-adobe-pdf.aspx>
- [28] VAVERKA, L. Brzdový asistent: EU povinná součást výbavy nových aut. *Auto.cz* [online]. 26. 12. 2009 [cit. 2014-02-10]. ISSN 1213-8991. Dostupné z: <http://www.auto.cz/brzdovy-asistent-v-eu-povinnou-vybavou-3032>
- [29] VAVERKA, L. EU navrhuje povinně ABS pro motorčky. *Auto.cz* [online]. 14. 12. 2010 [cit. 2014-02-10]. ISSN 1213-8991. Dostupné z: <http://www.auto.cz/eu-navrhuje-povinne-abs-pro-motorky-53300>
- [30] VAVERKA, L. První statické dojmy: Infinity Q50 je nejhezčím sedanem v Ženevě. *Auto.cz* [online]. 6. 3. 2013 [cit. 2014-02-11]. ISSN 1213-8991. Dostupné z: <http://www.auto.cz/prvni-staticke-dojmy-infiniti-q50-nejhezcim-sedanem-zeneve-73264>
- [31] VÍT, J. Novinky Fordu: automatické parkování, stačí stisknout tlačítko. *TÝDEN.cz* [online]. 15. 10. 2013 [cit. 2014-03-14]. ISSN 1213-8991. Dostupné z: http://www.tyden.cz/rubriky/auta/zajimavosti/novinka-fordu-automaticke-parkovani-staci-stisknout-tlacitko_285650.html#.UyLOY4WAmnN
- [32] VLČEK, J. Snímače v motorových vozidlech. *tzbinfo* [online]. 18. 8. 2008 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/download.py?file=docu/texty/0001/000102_cidla_snimace.pdf
- [33] VLK, F. *Stavba motorových vozidel*. Brno: František Vlk, 2003. 499 s. ISBN 80-238-8757-2.
- [34] VLK, F. *Lexikon moderní automobilové techniky*. Brno: František Vlk, 2005. 344 s. ISBN 80-239-5416-4.
- [35] VLK, F. *Automobilová elektronika 1: Asistenční a informační systémy*. Brno: František Vlk, 2006. 269 s. ISBN 80-239-6462-3.
- [36] VLK, F. *Automobilová elektronika 2: Systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. Brno: František Vlk, 2006. 308 s. ISBN 80-239-7062-3.
- [37] VLK, F. *Podvozky motorových vozidel*. 3. přepracované, rozšířené a aktualizované vydání, Brno: František Vlk, 2006. 464 s. ISBN 80-239-6464-X
- [38] VOKÁČ, L. Nissan zavede řízení po drátě, obejde při tom současnou legislativu. *Auto.idnes.cz* [online]. 21. prosince 2012 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: http://auto.idnes.cz/rizeni-po-drate-steer-by-wire-v-nissan-infiniti-frd-/automoto.aspx?c=A121022_161006_automoto_vok
- [39] VYSOKÝ, P. Asistenční systémy v automobilech. *AUTOMA: časopis pro automatizační techniku* [online]. prosinec 2005 [cit. 2013-11-29]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30855



- [40] ABS 9. generace. *BOSCH* [online]. ©2010 [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: http://www.bosch-automotivetechnology.cz/cs/cz/component_3/SF_PC_AS_ABS_SF_PC_Active-Safety_856.html?compId=451
- [41] Active Cruise Control. *The international BMW website* [online]. October 27, 2011 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: http://www.bmw.com/com/en/insights/technology/technology_guide/articles/active_cruise_control.html
- [42] Active Cruise Control with Stop&Go fiction. *The international BMW website* [online]. July 23, 2013 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: http://www.bmw.com/com/en/insights/technology/technology_guide/articles/active_cruise_control_stop_go.html?source=index&article=active_cruise_control_stop_go
- [43] Adaptive Cruise Control. *J.D. Power McGRAW HILL FINANCIAL* [online]. 2/24/2012 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://autos.jdpower.com/content/consumer-interest/DQ2JZ11/adaptive-cruise-control.htm>
- [44] Adaptivní tempomat – Adaptive Cruise Assistant. *ŠKODA* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: [http://www.skoda-auto.com/cs/models/HotspotDetail?HotspotName=C40%20-%20Adaptive%20Cruise%20Assistant%20\[A7\]&WebID=a03c2c80-b27c-4cea-9628-1b82435c5635&Page=technology](http://www.skoda-auto.com/cs/models/HotspotDetail?HotspotName=C40%20-%20Adaptive%20Cruise%20Assistant%20[A7]&WebID=a03c2c80-b27c-4cea-9628-1b82435c5635&Page=technology)
- [45] Advanced Driving Assistance and Active Safety Systems: Adaptive Forward lighting (AFL+). *Media.gm.com* [online]. 2009 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://media.gm.com/media/intl/en/opel/vehicles/AFL/2009.html>
- [46] AEB City system. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/results/aeb/city.aspx>
- [47] AEB Inter-Urban System. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/results/aeb/interurban.aspx>
- [48] AEB Pedestrian System. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/results/aeb/pedestrian.aspx>
- [49] Airbag pro chodce od společnosti Volvo Car Corporation. *Volvocars.com* [online]. 29. 5. 2012 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.volvocars.com/cz/top/about/news-events/pages/default.aspx?itemid=105>
- [50] Aktivní bezpečnost. *BOSCH* [online]. [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: http://www.bosch-automotivetechnology.cz/cs/cz/driving_safety_3/driving_safety_systems_for_passenger_cars_4/active_safety_6/active_safety_2.html
- [51] Aktivní tempomat s funkcí Stop & Go. *BMW Česká republika* [online]. April 13, 2012. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: http://www.bmw.cz/cz/cs/newvehicles/x/x6/2012/showroom/comfort/active_cruise_control.html#t=1
- [52] Alkohol za volant rozhodně nepatří. *BESIP* [online]. ©2012 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/zasady-bezpecne-jizdy/alkohol-za-volant-rozhodne-nepatri>



- [53] Anti-lock Braking System (ABS) in India. *Autoraiders.com* [online]. April 11, 2010 [cit. 2014-02-08]. Dostupné z: http://autoraiders.com/wp-content/uploads/2010/04/asbs_safety_2_big.jpg
- [54] Audi Secondary Collision Brake Assist. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: http://www.euroncap.com/rewards/audi_secondary_collision_brake_assist.aspx
- [55] Autonomous Emergency Braking – AEB. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/results/aeb.aspx>
- [56] Autopříslušenství prvovýbava: 25 let protiblokovacího brzdového systému ABS firmy Bosch – od inovace ke standardu. *BOSCH* [online]. srpen 2003 [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: http://press.bosch.cz/detail.asp?f_id=280
- [57] BESIP, Ministerstvo dopravy ČR. *Dopravní nehody nás každoročně vyjdou na 52 miliard korun. Jejich oběti si připomeneme Světovým dnem obětí dopravních nehod* [online]. 14. 11. 2013 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/promedia/tiskove-zpravy/112-dopravni-nehody-nas-kazdorocne-vyjdou-na-52-miliard-korun-jejich-obeti-si-pripomeneme-svetovym-dnem-obeti-dopravnich-nehod>
- [58] Bezpečnost – Pomocník bojující proti mikrosnánku nebo chvilkové nepozornosti za volantem. *CITROËN* [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.citroen.cz/citroen-c5-tourer/bezpecnost/#/technologie/>
- [59] Bezpečnost a zabezpečení – pro klid duše. *Ford* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: <http://www.ford.cz/Cars/Mondeo/Safetyandsecurity#primaryTabs>
- [60] Blind Spot Monitoring. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/rewards/technologies/blind.aspx>
- [61] Brzdový asistent pro rychlejší zastavení v případě nebezpečí. *VW - užitkové vozy* [online]. ©2014 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: http://www.vw-uzitkove.cz/zajimavosti/volkswagen_2028/asistencni_systemy/brzdovy_asistent
- [62] Brzdy vozidel a jejich vliv na bezpečnost [online]. ©2013 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/04-brzdy-p70452
- [63] Dobrý výhled z auta nabízejí třídvéřové vozy, nejhorší je BMW X5. *Autembezpecne.cz* [online]. 14. 6. 2013 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.autembezpecne.cz/cz/s40/c1437-Zpravy/n2916-Dobry-vyhled-z-auta-nabizeji-tridverove-vozy-nejhorsiji-BMW-X5>
- [64] Driver assistance systems. *BOSCH* [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: http://www.bosch-automotivetechology.com/en/de/driving_comfort/driving_comfort_systems_for_passenger_cars_1/driver_assistance_systems_4/driver_assistance_systems_5.html



- [65] Elektronická uzávěrka diferenciálu – EDS. *ŠKODA* [online]. ©2014 [cit. 2014-02-08]. Dostupné z: [http://www.skoda-auto.cz/models/HotspotDetail?HotspotName=91-S29%20-%20EDS%20\[Rapid\]&WebID=ad5ad5f4-1c5f-4456-8410-75709c983f5f&Page=technology&view=TechnologySafety](http://www.skoda-auto.cz/models/HotspotDetail?HotspotName=91-S29%20-%20EDS%20[Rapid]&WebID=ad5ad5f4-1c5f-4456-8410-75709c983f5f&Page=technology&view=TechnologySafety)
- [66] Ford Driver Alert. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: http://www.euroncap.com/rewards/ford_driver_alert.aspx
- [67] Infinity Q50. *Infinity-q50.cz* [online]. ©2013 [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.infiniti-q50.cz/cz/vykon.html>
- [68] Jak funguje ESP®?. *BOSCH* [online]. [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: http://www.bosch-automotivetechnology.cz/cs/cz/specials_3/specials_for_more_driving_safety_3/bosch_esp_4/esp_facts_8/esp_technik_4/esp_questions_and_answers_16.html
- [69] Konstrukce termokamery. *Termokamera.cz* [online]. ©2014 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://www.termokamera.cz/princip-a-funkce/konstrukce-termokamery/>
- [70] Lane Support Systems. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/rewards/technologies/lane.aspx>
- [71] Mazda Rear Vehicle Monitoring system (RVM). *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: http://www.euroncap.com/rewards/mazda_rvm.aspx
- [72] Mercedes-Benz – 15 let od premiéry ESP. *Autokaleidoskop.cz* [online]. ©2014 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://autokaleidoskop.cz/Ruzne/Mercedes-Benz-15-let-od-premiery-ESP/>
- [73] Moderní technologie vozidel. *BESIP* [online]. ©2012 [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel>
- [74] Modernizace výrobního programu BMW – podzim 2013. *BMW GROUP* [online]. 19. 09. 2013 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: https://www.press.bmwgroup.com/czech/pressDetail.html?title=modernizace-v%C3%BDrobn%C3%ADho-programu-bmw-%E2%80%93-podzim-2013&outputChannelId=46&id=T0146344CS&left_menu_item=node__8260
- [75] Multikolizní brzda. *BESIP* [online]. ©2012 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/multikolizni-brzda>
- [76] Multikolizní brzda. *Škoda* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: [http://new.skoda-auto.com/cs/models/HotspotDetail?HotspotName=S38++Multicollision+Brake+\[A7\]&WebID=411a062a-e81f-4f32-8016-b68c22443a7e&Page=technology](http://new.skoda-auto.com/cs/models/HotspotDetail?HotspotName=S38++Multicollision+Brake+[A7]&WebID=411a062a-e81f-4f32-8016-b68c22443a7e&Page=technology)
- [77] New steering technology providing intuitive driving. *NISSAN MOTOR CORPORATION* [online]. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: http://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/direct_adaptive_steering.html



- [78] Night view assist plus od 2013. *Mercedes-Benz* [online]. ©2014 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: http://techcenter.mercedes-benz.com/cs_CZ/night_view_assist_plus_2013/detail.html#detail-section
- [79] Night Vision – seeing is believing. *Autoliv* [online]. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://www.autoliv.com/ProductsAndInnovations/ActiveSafetySystems/Pages/NightVisionSystems.aspx>
- [80] Night vision with Pedestrian Detection. *Audi* [online]. ©2014 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://www.audi.co.uk/new-cars/a8/a8/driver-assistants/night-vision.html>
- [81] Obrazové senzory. *Katedra radioelektroniky, Fakulta elektrotechnická, ČVUT v Praze* [online]. 4. 1. 2008 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://radio.feld.cvut.cz/courses/E37EAA/materialy.php?akce=dlf&zdroj=vpm&fkey=18&xtgt=2f686f6d652f53657276696365732f7777772f68746d6c2f6564755f6465706f742f2f5833374f4246>
- [82] Parkovací asistent – Automatic Parking assistant. *Škoda* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: [http://www.skoda-auto.cz/models/HotspotDetail?HotspotName=41-42-E14%20-%20Parkovac%C3%AD%20asistent%20%E2%80%93%20Automatic%20Parking%20assistant%20\[A7\]%20&WebID=206769a4-f009-4296-bc60-886336834f92&Page=exteriér](http://www.skoda-auto.cz/models/HotspotDetail?HotspotName=41-42-E14%20-%20Parkovac%C3%AD%20asistent%20%E2%80%93%20Automatic%20Parking%20assistant%20[A7]%20&WebID=206769a4-f009-4296-bc60-886336834f92&Page=exteriér)
- [83] PathFindIR. *Flir* [online]. ©1999-2014 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://www.flir.com/cvs/cores/view/?id=51221&collectionid=551&col=51218>
- [84] Protiskluzový systém – ASR. *Škoda* [online]. ©2014 [cit. 2014-02-08]. Dostupné z: [http://www.skoda-auto.cz/models/HotspotDetail?HotspotName=91-S30+-+ASR+\[Rapid\]&WebID=ad5ad5f4-1c5f-4456-8410-75709c983f5f&Page=technology](http://www.skoda-auto.cz/models/HotspotDetail?HotspotName=91-S30+-+ASR+[Rapid]&WebID=ad5ad5f4-1c5f-4456-8410-75709c983f5f&Page=technology)
- [85] Prvky aktivní bezpečnosti. *Bezpečně na silnicích Libereckého kraje* [online]. ©2010 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.bezpecnenasilnicich.cz/page/79>
- [86] Prvky pasivní bezpečnosti. *Bezpečně na silnicích Libereckého kraje* [online]. ©2010 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.bezpecnenasilnicich.cz/page/78>
- [87] Mlhové světlomety s Corner funkcí. *Škoda* [online]. ©2013 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/models/HotspotDetail?HotspotName=41-42-E13%20-%20Mlhov%C3%A9%20sv%C4%9Btlomety%20s%20Corner%20funkc%C3%AD&WebID=206769a4-f009-4296-bc60-886336834f92&Page=exterior>
- [88] Reward 2010 – Audi Side Assist. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: http://www.euroncap.com/rewards/audi_side_assist.aspx
- [89] Reward 2011 – Mercedes-Benz Attention Assist. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: http://www.euroncap.com/rewards/mercedes_benz_attention_assist.aspx
- [90] Reward 2011 – Opel Adaptive Forward Lighting (AFL). *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: http://www.euroncap.com/rewards/opel_Advanced_forward_lighting.aspx



- [91] Reward 2013 – Skoda Multi Collision Brake. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-08].
Dostupné z: http://www.euroncap.com/rewards/skoda_multi_collision_brake.aspx
- [92] Reward 2013 – Skoda Lane Assisant. *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-11].
Dostupné z: http://www.euroncap.com/rewards/skoda_lane_assist.aspx
- [93] Rok 2011: do základní výbavy míří denní světla, ESP i brzdový asistent. *Autembezpečně.cz* [online]. 7. 12. 2010 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: <http://www.autembezpecne.cz/cz/s40/c1461-Spodni-clanky/n2127-Rok-2011-do-zakladni-vybavy-miri-denni-svetla-ESP-i-brzdovy>
- [94] Rozpoznání únavy řidiče – Driver Activity Assistant. *Škoda* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-29]. Dostupné z: [http://www.skoda-auto.cz/models/HotspotDetail?HotspotName=41-42-S39%20-%20Rozpozn%C3%A1n%C3%AD%20%C3%BAnavy%20%C5%99idi%C4%8De%20-%20Driver%20Activity%20Assistant%20\[A7\]&WebID=206769a4-f009-4296-bc60-886336834f92&Page=technology](http://www.skoda-auto.cz/models/HotspotDetail?HotspotName=41-42-S39%20-%20Rozpozn%C3%A1n%C3%AD%20%C3%BAnavy%20%C5%99idi%C4%8De%20-%20Driver%20Activity%20Assistant%20[A7]&WebID=206769a4-f009-4296-bc60-886336834f92&Page=technology)
- [95] Řízení motorového vozidla a ergonomie. *BOZPPROFI.cz* [online]. 1. 9. 2010 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.bozpprofi.cz/?cid=253196>
- [96] Safety. *MITSUBISHI FUSO TRUCK & BUS CORPORATION* [online]. ©2014 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: http://www.mitsubishi-fuso.com/en/products/truck/super_great/12/concepts/safety/index.html
- [97] Speed Alert Systems (ISA). *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-18].
Dostupné z: <http://www.euroncap.com/rewards/technologies/speed.aspx>
- [98] Stereovideokamera. *BOSCH* [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: http://www.bosch-automotivetechonology.cz/cs/cz/component_3/CO_CV_DA_Adaptive-Cruise-Control_CO_CV_Driver-Assistance_801.html?compId=1794
- [99] Studie. *BOSCH* [online]. [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: http://www.bosch-automotivetechonology.cz/cs/cz/specials_3/specials_for_more_driving_safety_3/bosch_esp_4/esp_facts_8/marktentwicklung_8/studien_4/studien_3.html
- [100] Systém sledování bdělosti řidiče. *BESIP* [online]. ©2012 [cit. 2013-03-29].
Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel/aktivni-bezpecnost-prvky-aktivni-bezpecnosti/system-sledovani-bdelosti-ridice>
- [101] Škoda Octavia – Assistants. *ŠKODA* [online]. ©2013 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: http://new.skoda-auto.com/en/models/new-octavia/Pages/assistants.aspx#ExtendableModuleWebPart_1_1_1
- [102] Udržování vozu v jízdním pruhu – Lane Assistant. *ŠKODA* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: [http://www.skoda-auto.com/cs/models/HotspotDetail?HotspotName=C37+--+Lane+Assistant+\[A7\]&WebID=411a062a-e81f-4f32-8016-b68c22443a7e&Page=technology](http://www.skoda-auto.com/cs/models/HotspotDetail?HotspotName=C37+--+Lane+Assistant+[A7]&WebID=411a062a-e81f-4f32-8016-b68c22443a7e&Page=technology)



- [103] V BMW: Bezpečnější jízda v noci a za mlhy. *BMW GROUP PressClub Česká republika* [online]. 28. 11. 2012 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: https://www.press.bmwgroup.com/czech/pressDetail.html?title=v-bmw-bezpe%C4%8Dn%C4%9Bj%C5%A1%C3%AD-j%C3%ADzda-v-noci-a-za-mlhy&outputChannelId=46&id=T0134688CS&left_menu_item=node__5238
- [104] Víceúčelová kamera. *BOSCH* [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: http://www.bosch-automotivetechonology.cz/cs/cz/component_3/CO_PC_DA_Road-Sign-Recognition_CO_CV_Driver-Assistance_759.html?compId=1794
- [105] Volvo Car Group demonstrates the ingenious self-parking car. *Volvo* [online]. 20. 06. 2013 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: <http://www.volvocars.com/uk/top/about/news-events/pages/default.aspx?itemid=193>
- [106] Zásady ultrazvukové detekce. *Linhartronic* [online]. 14. 7. 2006 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: <http://www.linhartronic.cz/file.php?nid=3507&oid=427547>
- [107] Zbrusu nové Volvo V40 – bezpečnostní a podpůrné systémy: nejinteligentnější a nejbezpečnější Volvo v historii. *Volvo* [online]. 7. 3. 2012 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: <http://www.volvocars.com/cz/top/about/news-events/pages/default.aspx?itemid=95>
- [108] Zůstaňte ve stopě. *VOLVO TRUCKS CZECH REPUBLIC* [online]. ©2011 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: http://www.volvotrucks.com/trucks/czech-market/cs-cz/trucks/safety/preventing_accidents/Pages/ESP_efficient_handling_stability.aspx
- [109] *Auto.cz* [online]. 27. 12. 2013 [cit. 2014-02-07]. Dostupné z: http://www.auto.cz/systemy-abs-umeni-brzdit-ridit-78604/foto?foto=1&galerie=GH_52af1adb7a26f
- [110] *Auto.cz* [online]. 27. 6. 2012 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: http://img.auto.cz/news/img/art/2012-26/03_4feaf533aa634.jpg
- [111] *Auto in the News* [online]. April 16, 2010 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: <http://www.autointhenews.com/wp-content/uploads/2010/04/Adaptive-Cruise-Control-image.jpg>
- [112] *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_mba_002.jpg
- [113] *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_audi_side_assist_002.jpg
- [114] *Autolexikon: náskok díky vědomostem* [online]. ©2013 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_parkpilot_003.jpg
- [115] *Automobil revue* [online]. 12. 09. 2013 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.automobilrevue.cz/obrazek/521dd5a703296/vyvoj-radar-cidel.jpg>
- [116] *Automotiveworld.com* [online]. 10 Jul 2013 [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.automotiveworld.com/wp-content/uploads/2013/07/Infiniti.Q50.direct.adaptive.steering.jpg>



- [117] *Apprentice vehicle technician* [online]. [cit. 2014-02-14]. Dostupné z: http://www.avtonline.co.uk/resource/data/article/246/body/1391612935_0.jpg
- [118] *BoronExtrication.com* [online]. ©2009-2013 [cit. 2013-11-27]. Dostupné z: <http://boronextrication.com/2011/02/2011-mercedes-benze-e-class-wagon-body-structure/>
- [119] *BoronExtrication.com* [online]. ©2009-2013 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: http://boronextrication.com/files/2012/05/2010_Volvo_V60_Body_Structure_Safety_Cage_Extrication_UHSS_Boron.jpg
- [120] *Citroen.cz* [online]. 3. června 2009 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: http://www.citroen.cz/Resources/Content/CZ/01_vehicules/01_particuliers/08_c5_tourer/medias_rubriques/07_securite/05_afil/c5_tourer_performance_securite_afil.jpg
- [121] *Continental* [online]. ©2014 [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: http://www.conti-online.com/www/linkableblob/industrial_sensors_de_en/6801490/data/srl_1_laseraustritt_uv-data.jpg
- [122] *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/files/AFL-2583151---0-8e1fe832-700c-4ff3-8061-1226704f1bf8.jpg>
- [123] *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-08]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/files/Skoda-Multi-Collision-Brake---0-7c6968d3-2781-4355-a48f-9168b94f5ae1.jpeg>
- [124] *EURO NCAP* [online]. ©2014 [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <http://www.euroncap.com/files/Skoda-Lane-Assistant---0-982fe427-8811-44ac-bfb8-ce3f674bb8e1.jpeg>
- [125] *Prozessor's corner* [online]. 11/23/2012 [cit. 2014-03-14]. Dostupné z: http://1.bp.blogspot.com/-ngfh8hObkak/UJ_REOJv1_I/AAAAAAAAA38/q2RHqLKgI00/s400/Cara+kerja+Active+Park+Assist.png
- [126] *ŠKODA* ©2013 [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://new.skoda-auto.com/SiteCollectionImages/models/new-octavia/octavia/octavia/new-assistants/octavia-assistants-recognition.jpg>
- [127] *Transport Canada* [online]. modified 2013-12-10 [cit. 2014-02-18]. Dostupné z: <http://www.tc.gc.ca/media/images/roadsafety/10AFLS.jpg>
- [128] *Wikipedia.org* [online]. 10 October 2008, last modified on 27 December 2010 [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moose_test.svg



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ABS	[-]	protiblokovací systém (Anti-lock Braking System)
ACC	[-]	adaptivní tempomat (Adaptive Cruise Control, Active Cruise Control)
AEB	[-]	systém automatického nouzového brzdění (Autonomous Emergency Braking)
AFL	[-]	adaptivní světlomety (Adaptive Forward Lighting)
ASR	[-]	systém regulace prokluzu (Anti Skid Regulation)
BA	[-]	brzdový asistenční systém (Brake Assist System)
BAS	[-]	brzdový asistent (Brake Assist System)
CBC	[-]	regulace brzdění při průjezdu zatáčkou (Cornering Brake Control)
CCD	[-]	polovodičový snímač obrazu Charge-Coupled Device
CMOS	[-]	polovodičový snímač obrazu (Complementary Metal Oxide Semiconductor)
DAS	[-]	přímé adaptivní řízení (Direct Adaptive Steering)
DBC	[-]	asistent pro sjíždění svahů (Downhill Brake Control)
DSC	[-]	stabilizační systém (Dynamic Stability Control)
EBA	[-]	elektronický brzdový asistent (Electronic Brake Assist)
EBD	[-]	elektronické rozdělování brzdné síly (Electronic Brakeforce Distribution)
EDS	[-]	elektronická uzávěrka diferenciálu (Electronic Differential System)
EMS	[-]	elektronické řízení výkonu motoru (Elektronische Motorleistung Steuerung)
ESC	[-]	stabilizační systém (Electronic Stability Control)
ESP	[-]	elektronický stabilizační program (Electronic Stability Program)
HAC	[-]	asistent pro rozjezd do kopce (Hill Assist Control)
HBA	[-]	hydraulický brzdový asistent (Hydraulic Brake Assist)
LED	[-]	světlo emitující dioda (Light Emitting Diode)
Lidar	[-]	laserové snímače pro určování vzdálenosti (Light Detection and Ranging)
MBA	[-]	mechanický brzdový asistent (Mechanical Brake Assist)
TCS	[-]	protiprokluzový systém (Traction Control System)
VSC	[-]	stabilizační systém (Vehicle Stability Control)