

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů



Analýza elektronických jízdních asistentů

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vypracoval: Radek Vinecký

© 2016 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Radek Vinecký

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Analýza elektronických jízdních asistentů

Název anglicky

Analysis of the electronic driving assistants

Cíle práce

Cílem práce je popsat konstrukci, princip činnosti a možnosti využití elektronických jízdních asistentů v silničních motorových vozidlech.

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Cíl a metodika práce
- 3) Bezpečnost silničního provozu (statistika bezpečnosti silničního provozu, popis systémů aktivní a pasivní bezpečnosti)
- 4) Analýza elektronických jízdních asistentů (popis elektronických jízdních asistentů, současné a budoucí konstrukce, popis vlivu těchto asistentů na provoz vozidla)
- 5) Závěr

Doporučený rozsah práce

30-40

Klíčová slova

konstrukce brzd, jízdní asistent, bezpečnost provozu

Doporučené zdroje informací

Halderman, J.D., Mitchell, Ch.D.: Automotive brake system. Upper Saddle River, N.J. Pearson/Prentice Hall, 2004. ISBN 978-01311142077

Normy a předpisy, periodika a firemní literatura

VLK, F. *Automobilová elektronika. 1, Asistenční a informační systémy : [EPS, DSC, AHS, PSM, VDC – elektronická stabilizace ASR, ASC, DTC, ETC, TCS – protikluzové systémy ABC, ACC, BAS, FLR, HDC, LDW ... a další systémy podporující řidiče]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.

VLK, F. *Automobilová elektronika. 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy : [systémy ABS/ASR/ESP, elektronické brzdové systémy, zádržné systémy, osvětlení vozidla, komfortní systémy]*. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.

Vlk, F.: *Dynamika motorových vozidel*. Nakladatelství a zasilatelství vlk, Brno, 2003. ISBN 80-238-0026-9

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů

Elektronicky schváleno dne 20. 4. 2015

doc. Ing. Martin Pexa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 6. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza elektronických jízdních asistentů" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2016

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Martinu Pexovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a ochotu při tvorbě této bakalářské práce.

Analýza elektronických jízdních asistentů

Souhrn

Tato bakalářská práce pojednává o systémech aktivní a pasivní bezpečnosti v oblasti automobilového průmyslu. Popisuje jednotlivé prvky aktivní a pasivní bezpečnosti vozidel. V samostatné kapitole hlouběji rozebírá nejpoužívanější elektronické jízdní asistenty, kde je popis jednotlivých částí a princip činnosti systémů, jejich vliv na chování a jízdní vlastnosti vozidel. Dále popisuje některé snímače spolupracující s jízdními bezpečnostními asistenty. V závěru této kapitoly je popsán budoucí elektronický jízdní asistent.

Ve statistice bezpečnosti silničního provozu je proveden rozbor nehodovosti v letech 2000 až 2015 a vyhodnocen aktuální trend nehodovosti v souvislosti se stále se zvyšujícím počtem registrovaných vozidel.

V závěru je zhodnocen celkový pohled na bezpečnost v oblasti silničního provozu.

Klíčová slova: jízdní asistent, asistenční systém, bezpečnost provozu, aktivní bezpečnost, pasivní bezpečnost, snímač, losí test

Analysis of the electronic driving assistants

Summary

This bachelor thesis deals with active and passive safety systems in the automotive industry. The thesis describes the individual components of active and passive vehicle safety. The individual chapter deeply analyzes the most commonly used electronic driving assistants with a description of the individual parts and principles of the operation systems and their influence on the behavior and performance of vehicle. It also describes some sensors cooperating with the driving safety assistants. At the end of this chapter is described a future electronic driving assistant.

Within the statistic of the road safety was executed an analysis of the accidents in the years from 2000 to 2015 and evaluated a current trend of the accidents in relation with constantly increasing number of the registered vehicles.

The conclusion evaluates the general view of road traffic safety.

Keywords: driving assistant, assistance systems, traffic safety, active safety, passive safety, sensor, moose test

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a metodika	2
2.1	Cíl práce	2
2.2	Metodika	2
3	Bezpečnost silničního provozu	3
3.1	Aktivní bezpečnost	3
3.1.1	Požadavky na osvětlení vozidel kategorie M a N	3
3.1.2	Ergonomie	4
3.2	Pasivní bezpečnost.....	5
3.2.1	Zádržné systémy	6
3.2.2	Elektronické systémy pasivní bezpečnosti	6
3.3	Statistika bezpečnosti silničního provozu.....	7
4	Elektronické jízdní asistenti	12
4.1	Protiblokovací systém - ABS.....	13
4.1.1	Princip činnosti	13
4.1.2	Snímač otáček kol.....	14
4.2	Elektronická uzávěrka diferenciálu - EDS.....	17
4.3	Protiprokluzový systém - ASR	18
4.4	Elektronický stabilizační systém - ESP	20
4.4.1	Princip činnosti	21
4.4.2	Snímač příčného zrychlení	24
4.4.3	Snímač rotační rychlosti vozidla	26
4.4.4	Losí test	29
4.5	Adaptivní tempomat - ACC.....	30
4.6	Sledování jízdního pruhu - LKS	31
4.7	Asistent rozjezdu do kopce – HHC.....	32
4.8	Asistent bezpečného sjíždění z kopců – HDC	33
4.9	Highway pilot	34
5	Závěr	36
6	Seznam použitých zdrojů	38
7	Seznam obrázků	43

1 Úvod

Život bez automobilu si dnes dokáže představit již málokdo a automobil se tak stává samozřejmostí téměř každého, což vyplývá ze stále rostoucího počtu vozidel v centrálním registru vozidel spravovaným ministerstvem dopravy. To však má za následek zvýšené riziko dopravní nehody na stále plnějších pozemních komunikacích. Aby nedocházelo k masivnímu nárůstu dopravních nehod, výrobci vozidel neustále vyvíjejí prvky zlepšující aktivní a pasivní bezpečnost dopravních prostředků. V posledních letech se jedná zejména o elektronické systémy zvyšující stabilitu vozidla.

Většina dopravních nehod na tuzemských komunikacích je zaviněna chybným úkonem řidiče. Prvky aktivní bezpečnosti mají za úkol eliminovat možnost vzniku dopravní nehody tím, že pomáhají řidiči v jeho činnosti a zlepšují jeho schopnosti nebo v horším případě se snaží co nejvíce napravit jeho špatný úkon. Jedná se především o elektronické jízdní asistenty, které v oblasti aktivní bezpečnosti tvoří největší podíl. Jsou to hlavně systémy zvyšující stabilitu vozidla, jako protiblokovací systém ABS, protipokluzový systém ASR nebo elektronický stabilizační systém ESP. Ostatní prvky mají za úkol držet řidiče v psychické i fyzické pohodě tak, aby se mohl plně soustředit na řízení vozidla. Zde by šli vyzdvihnout především systémy adaptivního tempomatu ACC nebo asistent rozjezdu do kopců HHC.

Prvky pasivní bezpečnosti mají za úkol snížit následky dopravní nehody v momentě, kdy již nehodě nešlo zabránit. Jde především o snížení počtu osob s těžkým zraněním, ale bohužel i počtu osob, které byly při nehodě usmrceny. Jedná se například o zádržné systémy, jako jsou bezpečnostní pásy a airbagy vozidla, nebo vyspělou konstrukci karoserií, která je rozdělena na různé deformační zóny. Dnes se již také v pasivní bezpečnosti objevují elektronické systémy. Jedním takovým systémem je například multikolizní brzda.

Chce si ovšem uvědomit, že žádný ze systémů není všemocný a může pracovat pouze v situaci, kde nejsou překročeny fyzikální zákony. Abychom se nestali dalšími účastníky dopravní nehody, musíme přizpůsobit rychlost a styl jízdy technickému stavu vozidla, stavu pneumatik a povrchu vozovky. Některé systémy dnes používané, ale i připravované, jsou v práci podrobněji popsány.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je popsat konstrukci, princip činnosti a možnosti využití elektronických jízdních asistentů v silničních motorových vozidlech. Jedná se především o nejrozšířenější systémy, jako jsou protiblokovací systém ABS, protiprokluzový systém ASR nebo elektronický stabilizační systém ESP. Dílčím cílem je popsat další prvky aktivní a pasivní bezpečnosti. Dalším dílčím cílem je využití statistiky silničního provozu ke zjištění aktuálního trendu nehodovosti na pozemních komunikacích.

2.2 Metodika

Metodika řešené problematiky této bakalářské práce je založena na studiu a analýze dostupných vědeckých publikací a odborné literatury. Analýze jednotlivých prvků aktivní a pasivní bezpečnosti a výběru elektronických jízdních asistentů pro hlubší rozbor. Na základě teoretických poznatků je syntetizován závěr této práce.

3 Bezpečnost silničního provozu

Bezpečnost vozidel lze rozdělit na aktivní a pasivní. Aktivní bezpečnost zahrnuje všechny procesy, kterými je zabráněno vzniku nehody. Pokud ale nehoda není odvrácena, prvky pasivní bezpečnosti co možná nejvíce omezí její následky. [3]

3.1 Aktivní bezpečnost

Aktivní bezpečností se rozumí všechny prvky a opatření, které vedou k zamezení vzniku dopravní nehody. Jedná se především o dobrý výhled z vozidla, osvětlení a výstražnou signalizaci, pohodlí řidiče, ergonomii vozidla, účinné brzdy a elektronické systémy zvyšující jízdní stabilitu vozu v kritických situacích. Elektronické jízdní systémy budou popsány v samostatné kapitole. Ostatní prvky zvyšují pohodlí a přispívají k nižší únavě řidiče během jízdy a jsou také úzce spojované s komfortní výbavou. [18]

Dobrý výhled z vozidla je jedním z mnoha aspektů zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích. Znečištění nejčastěji nastává zaschlým hmyzem nebo po dešti, kdy na skle zůstanou suché stopy po kapkách. V zimním období, kdy se může na vozidle vytvořit vrstva sněhu nebo námraza, řidič nesmí:

- *„řídít vozidlo, na němž jsou nečistoty, námraza nebo sníh, které zabraňují výhledu z místa řidiče vpřed, vzad a do stran,*
- *řídít vozidlo, na němž nebo na jehož nákladu je led, který by při uvolnění mohl ohrozit bezpečnost provozu na pozemních komunikacích.“ [42]*

Výhled přes čisté čelní sklo zabezpečí velký rozhled a přehled o situaci okolo vozidla. Řidič není ničím rozptylován, více se soustředí na jízdu a sníží se i jeho únava.

3.1.1 Požadavky na osvětlení vozidel kategorie M a N

Nejvýznamnější zvýšení bezpečnosti, kromě elektronických stabilizačních systémů, zajistí kvalitní osvětlení vozidla. Jednotlivé požadavky na povinné vybavení pro osvětlení a signalizaci vozidla, jejich umístění a počet, jsou uvedeny v předpisu EHK č. 48, vydaný Evropskou hospodářskou komisí. Jedná se o přední potkávací a dálková světla, které řidiči zajistí dostatečné osvětlení komunikace při snížených světelných podmínkách. Na motorová vozidla, spadající do kategorií M a N, je povinností mít namontované dva

potkávací světlomety a dva nebo čtyři dálkové světlomety bílé barvy. Oba typy světlometů lze sloučit do jednoho technického celku i s dalším předním osvětlením, jako jsou například obrysová světla nebo světla do mlhy. Na vozidla kategorie M a N musejí být vpředu namontována dvě bílá obrysová světla a vzadu dvě obrysová světla barvy červené. Tato světla slouží k označení vnějších obrysů vozidla a informují ostatní účastníky silničního provozu o jeho výskytu na pozemní komunikaci. [2] [11]

Směrová světla musí být oranžové barvy. Na vozidlo se montuje celkově 6 kusů, dva na přední straně, jedno na každé boční straně a dvě na zádi vozidla. Dále jsou pro tuto kategorii vozidel povinná minimálně dvě brzdová světla červené barvy na zadní části vozidla, aby ostatní řidiče upozorňovali na zpomalení nebo úplné zastavení vozidla. Pro kategorii vozidel M_1 a N_1 je předpisem stanovena povinnost třetího vysoko umístěného brzdového světla červené barvy na zadní části vozidla. Minimálně jedno světlo do mlhy červené barvy musí být umístěné na levé zadní části vozu. Možnost jeho zapnutí je pouze při současném svícení obrysových světel. Dalším povinným vybavením je jeden zpětný světlomet, který se musí nacházet na zadní části vozidla a být bílé barvy. Při délce vozidla 6 metrů a více, musejí být osazena zpětná světla dvě. V činnosti smí být pouze při zařazeném zpětném rychlostním stupni. [2] [11]

3.1.2 Ergonomie

Ke zvýšení bezpečnosti motorových vozidel lze přispět správným návrhem interiéru. V automobilovém průmyslu je důraz kladen zejména na možnosti nastavení volantu a sedadla řidiče, rozmístění a uspořádání ovládacích prvků na přístrojové desce, na správnou polohu nožních pedálů a řadicí páky. Tato problematika spadá do vědního oboru, který se nazývá ergonomie. Jedná se o mezioborovou vědu, která se zabývá výkonovými možnostmi a optimálními pracovními podmínkami lidí. Při správném návrhu kabiny vozidla by měl řidič pohodlně obsluhovat veškeré ovládací prvky bez jakéhokoli vyklánění nebo vytáčení trupu těla a přitom stále sedět ve vhodné pracovní poloze. [4]

Například automobilka Volvo Trucks, u své nejvyšší verze nákladních vozidel FH, nabízí možnost nastavení volantu různými směry a širší rozsah nastavení sedadla. K výškovému nastavení volantu, které mají i starší modely nákladních vozidel, nyní s posledním modelem přibyla možnost naklonění volantu v rozsahu až 40°. Polohu sedadla

lze nastavit v podélném směru v rozmezí až 240 mm a výškově o 100 mm. Zvýšením rozsahu nastavitelnosti těchto prvků automobilka reaguje na stále se zvyšující výšku lidí a přizpůsobuje ergonomii svých vozidel současné době. [5]

Uspořádáním nožních pedálů se zabývá norma ČSN 30 0734 – o pracovním místě řidiče. Norma nařizuje určité minimální rozměry pedálů vozidla a mezery mezi nimi. Pedál akcelérátoru musí být umístěn ve volném prostoru o minimální šířce 140 mm a zároveň splňovat podmínku odstupů alespoň 60 mm k brzdovému pedálu. Pro brzdový pedál je volný prostor pro jeho umístění o rozměru min. 150 mm. Spojkový pedál může být namontován do volného prostoru 160 mm, ale alespoň 100 mm od brzdového pedálu a 120 mm od vnitřní strany podběhu. Norma dále připouští maximální vychýlení osy tyče řízení o 5 cm vůči podélné středové ose sedadla řidiče. [12]

Ergonomie se dále zabývá například snadným vstupem a výstupem z automobilu, vibracemi a hlukem prostupujícím do kabiny nebo větráním a klimatizací. Velikost nástupního otvoru musí být taková, aby umožnila snadný nástup nebo rychlý únik z kabiny v případě nebezpečí. V určitých případech, jako jsou třeba kabiny nákladních automobilů, jsou otvory navíc vybaveny madly nebo schůdky, které musí splňovat předepsané rozměry a umístění pro zvýšení bezpečnosti. Použitím klimatizačního zařízení lze zajistit dobré prostředí pro práci řidiče i v letním období při vysokých venkovních teplotách. Teplota v kabině by v těchto klimatických podmínkách neměla přesáhnout 30°C, tím se zvýší pozornost řidiče a sníží rychlost jeho únavy. [6]

3.2 Pasivní bezpečnost

Do pasivní bezpečnosti lze zařadit všechny konstrukční prvky, které snižují následky nehody, zmírňují případné zranění nejen posádky vozidla, ale i ostatních účastníků silničního provozu. Nejvýznamněji k tomu přispívají deformační části karoserie, airbagy, bezpečnostní pásy a hlavové opěrky. I v této skupině bezpečnosti se již začaly objevovat samostatné elektronické systémy, jako jsou systém eCall nebo multikolizní brzda. Jejich vývoj však není tak masivní jako u prvků aktivní bezpečnosti. [7] [8]

Moderní konstrukce karoserií jsou rozděleny do několika deformačních zón. Zatímco klec chránící posádku vozidla je vyrobena z vysocepevnostní oceli, aby nedošlo k její deformaci a cestující zůstali v bezpečí, na přídě a zádi vozidla jsou na určitá místa

namontovány díly karoserie z měkčí oceli, které mají za úkol svou deformací pohlcovat energii při zárazu a prodloužit čas zastavení vozidla. Tím nedochází k tak velkému silovému působení na cestující a snižuje se jeho poranění. [9] [41]

3.2.1 Zadržné systémy

Mezi nejobvyklejší bezpečnostní pásy, používané u běžných osobních a nákladních automobilů, patří popruhový tříbodový pás, kombinující hrudní diagonální a pánevní pás. Ke zvýšení účinnosti zachycení cestujícího při nehodě jsou zadržné systémy vybaveny napínači pásů. Napínací mechanismus může být mechanický nebo pyrotechnický. Mechanické systémy obsahují napínací pružinu nebo elektromotor. Pyrotechnické systémy pracují na bázi roztažnosti plynu a konstrukční řešení celého zařízení se u jednotlivých automobilek výrazně liší. Použití bezpečnostních pásů během jízdy je stanoveno evropskou směrnicí 91/671/EHS, o povinném používání bezpečnostních pásů a dětských zadržných systémů ve vozidlech. Ze směrnice vyplývá povinnost použití bezpečnostního pásu cestujícím, jestliže je jeho sedadlo bezpečnostním pásem vybaveno. [2] [7] [13]

Další zvýšení ochrany cestujících při dopravní nehodě zajistí airbasy. Již dlouholetým standardem jsou airbasy řidiče v hlavici volantu a spolujezdce v přístrojové desce. Ty chrání posádku přední řady sedadel před pohmožděním hlavy a hrudníku při čelním nárazu. Airbasy plní svou práci správně pouze tehdy, splní-li nastavené limitní hodnoty ohledně času nafouknutí. Airbag by se měl plně nafouknout zhruba do 60 ms od nárazu vozidla do překážky a následně zachycovat člena posádky automobilu. Zranění cestujícího se tak výrazně sníží nebo úplně odvrátí. V dnešní době se již nejedná pouze o airbasy pro řidiče a spolujezdce. Nejvyšší modely prémiových značek automobilů nabízejí pro ochranu cestujících až dvanáct airbagů. Jedná se například o boční hlavové nebo kolenní airbasy. [2] [10]

3.2.2 Elektronické systémy pasivní bezpečnosti

Systém multikolizní brzdy se svým charakterem řadí na pomezí aktivní a pasivní bezpečnosti, jelikož zabraňuje vzniku následného střetu, ale do činnosti se dostává až po první kolizi. Když po nehodě řidič ztratí kontrolu nad vozidlem, systém zajistí vozidlo proti dalšímu pohybu a nedovolí mu vjet do protisměru nebo například do hluboké rokle vedle vozovky. Multikolizní brzda začne pracovat v případě, kdy se ve vozidle

aktivují airbagy. Automobil začne automaticky zpomalovat, aniž by řidič sešlápl brzdový pedál, rozsvítí se brzdová světla a po úplném zastavení vozidla se sami zapnou varovná světla. Kontrolu nad vozidlem může řidič kdykoliv převzít přidáním plynu nebo sešlápnutím brzdového pedálu. V případě dalšího nárazu by již posádka vozidla nebyla chráněna airbagy nebo napínači bezpečnostních pásů, hrozilo by jí velice vážné poškození hlavy a hrudníku způsobené prudkým nárazem do hlavice volantu nebo palubní desky automobilu. [8]

System eCall, jakožto tísňové volání v případě vážné dopravní nehody, již nezpochybnitelně patří mezi prvky pasivní bezpečnosti. Jedná se o systém, který automaticky informuje všechny záchranné složky na lince 112, jestliže dojde k těžké dopravní nehodě. Systém se spustí na základě aktivace jiných zádržných zařízení například airbagů. Na tísňovou linku 112 se odešlou informace o času nehody, GPS poloze vozidla, směru jízdy, počtu pasažérů ve vozidle nebo například VIN kód vozidla. Cestující ve vozidle jsou navíc telefonicky spojeni s operátorem tísňové linky. Hovor na tísňovou linku lze navázat i ručně, tlačítkem na přístrojové desce, když se řidič stane svědkem jiné dopravní nehody. Systém funguje na území celé Evropské unie. Měl by být povinně namontovaný ve všech osobních a užitkových vozidel, vyrobených od dubna roku 2018. Správná funkce zařízení bude kontrolována na pravidelných technických prohlídkách a případná absence systému bude pokutována. [7] [14]

3.3 Statistika bezpečnosti silničního provozu

Ministerstvo vnitra České republiky, přesněji Policie České republiky, vede podrobnou evidenci a statistiku o dopravních nehodách, které se staly na tuzemských pozemních komunikacích. Evidence zahrnuje celkový počet nehod a počet nehod, u kterých došlo ke zranění nebo usmrcení účastníka nehody. Dále pak počet osob, které byly v souvislosti s nehodou usmrceni, těžce nebo lehce zraněni. V souvislosti se změnou legislativy od 1. ledna 2009 se nemusí Policii ČR hlásit nehody, u kterých nebyl zraněn nebo usmrcen účastník nehody, nevznikla majetková škoda na vozidlech vyšší než 100 000 Kč a nebylo poničené žádné technické vybavení komunikace. Takové nehody nejsou Policií ČR řešeny, nejsou proto zahrnuty v jejich statistice a ani v tabulce 1 této práce. Informace a případnou statistiku o takových nehodách mají pouze pojišťovny. [17]

V tabulce 1 je uveden počet nehod za jednotlivé roky v letech 2000 – 2015, neboť v tomto období došlo k výraznému rozšíření elektronických jízdních asistentů. Dále je uveden počet registrovaných vozidel v daném roce a počet nehod přepočtený na 1 000 vozidel.

Tabulka 1: Statistika nehod v letech 2000 až 2015

Rok	Počet nehod	z toho s následky na životě nebo zdraví	Usmrceno osob	Těžce zraněno osob	Lehce zraněno osob	Počet registrovaných vozidel	Počet nehod na 1 000 vozidel
2000	211 516	25 445	1 336	5 525	27 063	4 701 246	45,00
2001	185 664	26 027	1 219	5 493	28 297	4 832 692	38,42
2002	190 718	26 586	1 314	5 492	29 013	5 019 075	38,00
2003	195 851	27 320	1 319	5 253	30 312	5 097 586	38,42
2004	196 484	26 516	1 215	4 878	29 543	5 225 281	37,60
2005	199 262	25 239	1 127	4 396	27 974	5 462 658	36,48
2006	187 965	22 115	956	3 990	24 231	5 726 024	32,83
2007	182 736	23 060	1 123	3 960	25 382	6 025 040	30,33
2008	160 376	22 481	992	3 809	24 776	6 279 897	25,54
2009	74 815	21 706	832	3 536	23 777	6 310 714	11,86
2010	75 522	19 676	753	2 823	21 610	6 408 013	11,79
2011	75 137	20 487	707	3 092	22 519	6 533 246	11,50
2012	81 404	20 504	681	2 986	22 590	6 727 957	12,10
2013	84 398	20 342	583	2 782	22 577	6 755 007	12,49
2014	85 859	21 054	629	2 762	23 655	6 925 609	12,40
2015	93 067	21 561	660	2 540	24 426	7 119 185	13,07

Zdroj: [16, upraveno]

Vzhledem ke změně legislativy není úplně vhodné porovnávat hodnoty celkového počtu nehod v letech 2009 – 2015 s obdobím před rokem 2009 a případné procentuální zastoupení zraněných nebo usmrcených osob při nehodách. Z tabulky 1 by tak vyplývalo, že řidiči jezdí obezřetněji a mnohem méně bourají, ale bohužel tomu tak není. Proto bude vhodné nahlížet na tyto dvě období odděleně a neporovnávat hodnoty procentuálně k celkovému počtu nehod. V tabulce 2 je proto vypočten procentuální podíl usmrcených a těžce zraněných osob na počtu nehod s následky na životě nebo zdraví.

V letech 2000 – 2008 lze pozorovat stále se snižující počet dopravních nehod, i když počet registrovaných vozidel neustále rostl a zátěž dopravní sítě se zvyšovala. V roce 2000 připadalo 45 dopravních nehod na 1 000 registrovaných vozidel, zatímco v roce 2008 se tento počet výrazně snížil a na tisíc vozidel připadalo něco přes 25,5 způsobených nehod. Což je téměř polovina nehod připadající na stejný počet vozidel. Jednalo se však i o nehody bez zranění, při kterých došlo pouze ke škrábancům laku nebo mírně pomačkaným plechům. Počet nehod se zraněním nebo usmrcením poklesl z počtu 25 445 na 22 481, jedná se tedy o 2 964 nehod méně. Zatímco v roce 2000 bylo při dopravních nehodách na českých silnicích usmrceno 1 336 osob, v průběhu následujících let tento počet klesal. V roce 2008 to bylo již 992 osob, což je o 334 osob méně. Jedná se však stále o poměrně vysoké číslo, které je třeba stálým vývojem techniky aktivní a pasivní bezpečnosti snižovat. Počet lidí s těžkým zraněním se v průběhu těchto let snížil o 1 716 osob, tj. z počtu 5 525 na 3 809 osob. Lehce zraněných osob při dopravních nehodách také ubylo, konkrétně o 2 287 osob. V roce 2000 bylo lehce zraněno 27 063 osob a v roce 2008 se jednalo o 24 776 lehkých zranění. [15] [16]

V letech 2009 – 2015 v souvislosti se změnou legislativy jsou již uvedeny pouze vážnější dopravní nehody, a proto je uvedený počet nehod výrazně nižší. Počet nehod od roku 2009 stále roste, může to být tím, že roste i celkový počet registrovaných vozidel a dopravní síť České republiky je přeplněna. V roce 2015 bylo v evidenci centrálního registru již 7 119 185 silničních vozidel. Počet nehod s následky na životě nebo zdraví se do roku 2003 zvyšoval, kdy bylo zaznamenáno 27 320 nehod. Následně docházelo k poklesu těchto nehod až do roku 2010, kdy bylo nehod nejméně, přesněji 19 676. V porovnání s rokem 2003, se jedná o pokles o 7 644 nehod, tedy téměř o 28 %. Od té doby se počet nehod s následkem na životě nebo zdraví postupně zvyšoval. Ovšem i přes vzrůstající trend počtu dopravních nehod s následky na životě nebo zdraví za posledních pár let počet usmrcených klesal a své minimum zaznamenal v roce 2013, kdy dosáhl počtu 583 osob za rok. Dva následující roky počet usmrcených při dopravních nehodách vzrostl, ale přesto v těchto letech bylo dosaženo druhého a třetího nejnižšího počtu. V roce 2015 se jedná o polovinu zesnulých oproti roku 2000, kdy na českých silnicích zemřelo 1 336 lidí. [15] [16]

Těžce zraněných osob při dopravních nehodách od roku 2000 stále ubývá. Tehdy bylo zaznamenáno 5 525 těžce zraněných osob, zatímco v roce 2015 bylo toto číslo

nejmenší s počtem 2 540 osob. Za těchto 16 let došlo ke snížení těžce zraněných lidí o více než polovinu. Počet lehce zraněných osob při dopravních nehodách nevykazuje nijak určitý trend vývoje, i když se dá konstatovat, že v posledních letech je pravidelně zaznamenáno méně lidí s lehkým zraněním než v letech na začátku 21. století. [16]

Ze statistik dále vyplývá, že v letech 2009 – 2014 se stalo přibližně 12 vážnějších nehod na 1 000 registrovaných vozidel a v roce 2015 to již bylo 13 vážnějších nehod. Nejnižší nehodovosti v přepočtu na celkový počet vozidel došlo v roce 2011, kdy se stalo 11,5 vážnějších nehod na tisíc registrovaných vozidel. [16]

I přes stále rostoucí počet vozidel v centrálním registru vozidel docházelo k výraznému snížení celkového počtu dopravních nehod až do roku 2008, od té doby počet nehod roste. Přesto je stále každý rok zaznamenáváno méně usmrcených a osob s těžkým zraněním.

Tabulka 2: Podíl usmrcených a těžce zraněných osob na počet nehod s následky na životě nebo zdraví v letech 2000 - 2015

Rok	Počet nehod s následky na životě nebo zdraví	Usmrceno osob	Těžce zraněno osob	Podíl usmrcených na počet nehod [%]	Podíl těžce zraněných na počet nehod [%]
2000	25 445	1 336	5 525	5,25	21,71
2001	26 027	1 219	5 493	4,68	21,11
2002	26 586	1 314	5 492	4,94	20,66
2003	27 320	1 319	5 253	4,83	19,23
2004	26 516	1 215	4 878	4,58	18,40
2005	25 239	1 127	4 396	4,47	17,42
2006	22 115	956	3 990	4,32	18,04
2007	23 060	1 123	3 960	4,87	17,17
2008	22 481	992	3 809	4,41	16,94
2009	21 706	832	3 536	3,83	16,29
2010	19 676	753	2 823	3,83	14,35
2011	20 487	707	3 092	3,45	15,09
2012	20 504	681	2 986	3,32	14,56
2013	20 342	583	2 782	2,87	13,68
2014	21 054	629	2 762	2,99	13,12
2015	21 561	660	2 540	3,06	11,78

Zdroj: [16, upraveno]

Z tabulky 2 vyplývá, že podíl usmrcených a těžce zraněných osob při nehodách s následky na životě nebo zdraví má v letech 2000 až 2015 s mírnými výkyvy klesající tendenci. Nejnižší podíl usmrcených osob při vážnějších nehodách byl zaznamenán v roce 2013, kdy v 2,87 % nehod byla usmrcena osoba. V tomto roce byl také nejnižší počet usmrcených osob za sledované období. Nejnižší podíl těžce zraněných osob při nehodách se zraněním nebo usmrcením účastníka dopravní nehody byl zaznamenán v roce 2015, kdy v 11,78 % nehod byla těžce zraněna osoba. V porovnání s rokem 2000, kdy oba procentní podíly dosahovaly nejvyšších hodnot, to znamená výrazný pokles. [16]

Snižování počtu usmrcených a těžce zraněných osob při dopravních nehodách lze přiřadit stále kvalitnější aktivní bezpečnosti vozidel a stále častějšímu použití elektronických jízdních asistentů, které se snaží zabránit nehodě. Když už nehoda nastane, stále zlepšující se pasivní bezpečnost snižuje následky dopravní nehody a zmírňuje zranění účastníků nehody. Vzhledem k tomu, že dnes okolo 63 % nehod způsobí řidič nesprávným způsobem jízdy a dalších 17 % nepřiměřenou rychlostí, počet nehod by byl výrazně vyšší, kdyby nedošlo k nasazení elektronických jízdních asistentů do vozidel. Proto je vhodné se zamyslet nad dalším rozvíjením těchto systémů ke snížení počtu dopravních nehod, při kterých dochází k následkům na životě nebo zdraví. [16]

4 Elektronické jízdní asistenti

Od samého počátku rozvoje automobilového průmyslu, konstruktéři řešili problém s brzděním a stabilizací automobilů. Proto se začali vyvíjet mechanické komponenty, které zabráňovaly blokování kol a tím se i zvýšila stabilita vozidla. Mechanické prvky se svojí rychlostí regulace se brzy staly nedostatečnými, na stále se zvyšující požadavky bezpečnosti, a proto konstruktéři museli hledat nová řešení. Až s rozvojem elektroniky se začaly objevovat první systémy, které splňovaly požadavky tehdejší doby. Od té doby se systémy zvyšující stabilitu vozidel začaly rychle rozvíjet, jelikož byly více spolehlivé a zahrnovali dříve nepředstavitelné funkce. Další výrazné vylepšení těchto systémů přišlo s rozvojem mikromechaniky, proto dnešní komponenty mají výrazně menší zástavbovou velikost. Spolupráce mechanických prvků s elektronikou se ukázala jako správné řešení, i když se do budoucna plánuje některé další mechanické komponenty nahradit elektronickými, aby bylo dosaženo ještě vyšší rychlosti regulace.

Elektronické jízdní asistenti svým rozvojem za posledních několik let přispívají zcela nejvíce ke zvyšování aktivní bezpečnosti v oblasti automobilového průmyslu. Přispívají také ke zvyšování hospodárnosti vozidel, jízdního pohodlí a snaží se snižovat dopady na životní prostředí. Nejvýznamněji přispívají do oblasti aktivní bezpečnosti tyto systémy:

- protiblokovací systém – ABS,
- elektronický stabilizační systém – ESP,
- protiprokluzový systém – ASR,
- elektronická uzávěrka diferenciálu – EDS,
- adaptivní tempomat – ACC,
- sledování jízdního pruhu – LKS,
- asistent rozjezdu do kopce – HHC,
- asistent bezpečného sjíždění z kopců – HDC.

4.1 Protiblokovací systém - ABS

Anti-lock brake system neboli protiblokovací systém je součástí aktivní bezpečnosti automobilu. Již od počátku rozvoje automobilismu museli inženýři řešit problém brzdění. Často totiž docházelo k nehodám, kdy vůz nebyl schopen bezpečně zastavit. Systém ABS byl poprvé namontován na letadlo. Jelikož bylo zapotřebí zpomalit velké množství hmoty na co nejkratší dráze, aniž by docházelo k blokaci kol. Již v roce 1936 si nechala firma BOSCH patentovat svůj první mechanický systém, který chtěla montovat do automobilů. Ten však pro svou nespolehlivost a velké náklady nebyl nikdy použit. Proto se systém začal objevovat až na konci 70. let 20. století s příchodem elektroniky. Tehdy firma BOSCH vyvinula další elektronický systém, který nadále vyvíjela. Od června roku 2006 je tento systém pro nově homologovaná silniční vozidla na území Evropské Unie povinností. [19]

4.1.1 Princip činnosti

Účelem systému je zajistit ovladatelnost, řiditelnost a jízdní stabilitu vozidla při krizových situacích, jako jsou například silné brzdění nebo brzdění na vozovce s nízkou adhezí. Dílčím úkolem je zkrácení brzdné dráhy vozidla. Toho však na suchém asfaltu s dobrou adhezí mezi vozovkou a pneumatikou docílit nelze. Brzdná dráha je v tomto případě delší než bez systému ABS. [1]

Systém se skládá z několika hlavních komponentů:

- indukční snímač otáček,
- řídicí jednotka ABS,
- hydraulická jednotka ABS s elektromagnetickými ventily. [1]

Jelikož zablokované kolo se po vozovce smýká, není schopné přenášet žádnou boční sílu, stává se neřiditelným a řidič nemůže otáčením volantů korigovat pohyb vozidla. Princip činnosti systému spočívá v regulaci tlaku kapaliny v brzdové soustavě, aby nedocházelo k blokaci kol. Indukční snímač, umístěný na každém kole, vysílá nepřetržitě signál o otáčkách kola do řídicí jednotky ABS. Ta signál porovnává s rychlostí vozidla a vypočte skluz. Jestliže řídicí jednotka vyhodnotí, že některé z kol má tendenci blokování, sníží v jeho brzdové hadici tlak. Tím se může kolo znovu odvalovat a přenášet na vozovku

velké množství síly. Následně opět tlak zvýší, aby vozidlo zastavilo na co nejkratší dráze. Tento proces lze opakovat až 16x za sekundu do úplného zastavení vozidla. Brzdění probíhá na samé hranici přilnavosti pneumatiky k vozovce. [1] [19]

System pracuje ve třech stavech:

Zvýšení tlaku - Když řidič sešlápne brzdový pedál. Elektromagnetické ventily jsou bez elektrického proudu a tlak kapaliny se zvyšuje, čímž působí na brzdový váleček ve třmeni. Dochází k brzdění kol a vozidlo začíná zpomalovat.

Udržení tlaku - Jestliže řídicí jednotka zaznamená, že jedno z kol by mělo snahu se zastavit. Přivede na příslušný elektromagnetický ventil polovinu elektrického proudu a docílí mírného zdvihnutí ventilu. Tím dojde k odpojení hlavního brzdového válce do brzdových třmenů a tlak v soustavě zůstává na stejné hodnotě. Vozidlo nadále zpomaluje.

Snížení tlaku – Pokud se nadále kolo nemá snahu roztočit, je na elektromagnetické ventily přiveden maximální elektrický proud. Ventil se zvedne a otevře tak zpětný okruh. Kapalina odchází do zásobníku podtlaku a kolo se uvolňuje. V té chvíli se spustí hydraulické čerpadlo a dopravuje kapalinu přes zpětný ventil zpět do hlavního brzdového válce. Tento moment pozná řidič typickým cuknutím proti noze tlačící na pedál. [1]

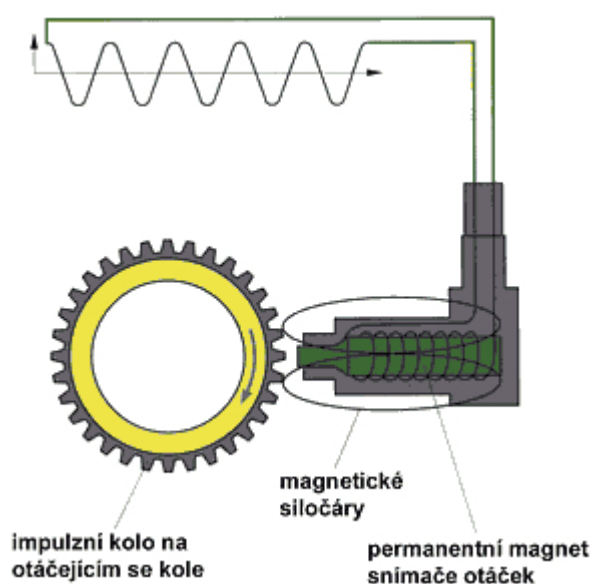
4.1.2 Snímač otáček kol

Na rejdovém čepu obou předních kol a na zadních kolech je umístěn snímač otáček. Na náboji kola je umístěn impulsní kotouč, který se s ním točí shodnou rychlostí. Používají se dva typy snímačů. První z nich je pasivní indukční snímač, který není napájen elektrickým proudem, ale sám generuje elektrické napětí. V dnešní době se již na nových automobilech převážně nachází aktivní snímač Hallův, tento snímač je napájen elektrickým proudem.

Indukční snímač otáček – Z obrázku 1 je patrné, že se snímač skládá z impulsního kola, tyčového permanentního magnetu a cívky, která je navinuta kolem magnetu. Magnetické siločáry magnetického toku, vycházející z magnetu, prochází cívkou. Ozubený impulsní kotouč je vyrobený z feromagnetického materiálu, tedy z lehce zmagetizovatelné a odmagetizovatelné oceli. Pohyb jednotlivých zubů kotouče v magnetickém poli magnetu způsobuje uzavření velkého množství magnetických siločar

a dochází ke změně magnetického toku. Změna magnetického toku indukuje napětí v cílce. Jestliže se v magnetickém poli snímače nachází zubová mezera, téměř žádné siločáry se neuzavírají a napětí se neindukuje. Výstupní napětí je analogové a má periodicky se opakující charakter. Jeho perioda i amplituda je závislá na otáčkách kola automobilu. Při menším počtu otáček je amplituda napětí nižší, ale perioda se prodlouží, zatímco při vyšších otáčkách se amplituda zvýší a perioda zkrátí. Při velkých otáčkách kola napětí dosahuje až hodnoty 100 voltů. Tento typ snímače je velice náchylný na správnou polohu umístění oproti impulsnímu kolu. Vzduchová mezera by se měla pohybovat v rozmezí 0,8 až 1,5 milimetru. Také rozměry zubů impulsního kola musejí být vyrobeny velice přesně, aby nedocházelo k detekování již dalšího zubu, když je ještě stále detekován zub předchozí a nebyla tak vynechána mezera mezi nimi. Nevýhodou toho snímače je, že při nulových otáčkách kola nedává žádný signál a neumí rozpoznat směr otáčení kola. [1] [20] [21]

Obrázek 1: Schéma indukčního snímače otáček

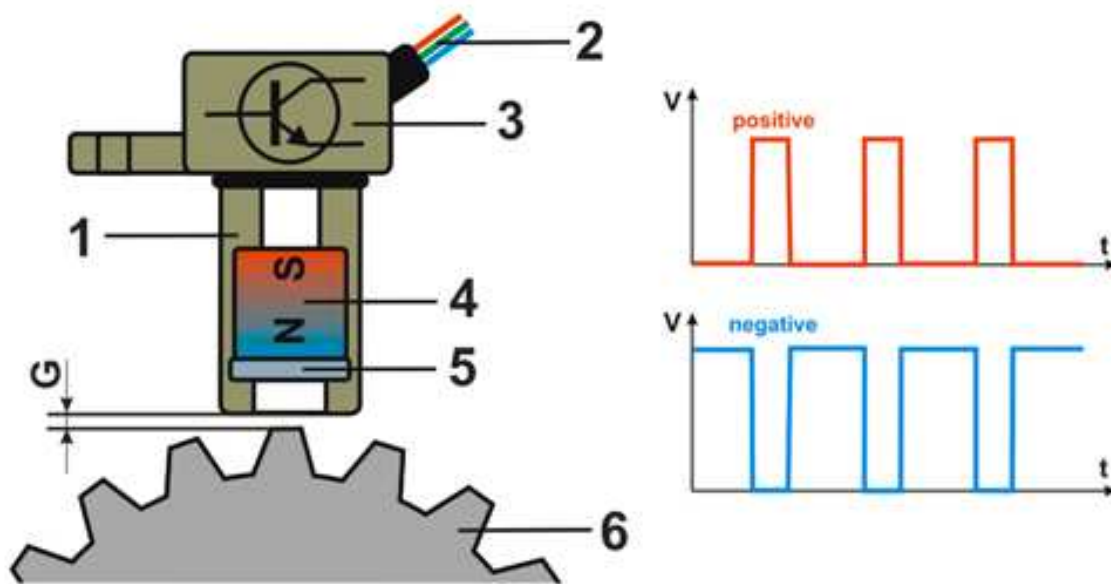


Zdroj: [19]

Hallův snímač otáček – Jedná se o polovodičový snímač využívající k měření Hallův jev. Jak je patrné z obrázku 2, skládá se z měřícího polovodičového plátku s integrovaným řídicím obvodem a permanentního magnetu, vše je hermeticky uzavřeno. Dále k měření potřebuje impulsní kotouč, vyrobený z feromagnetického materiálu. Jestliže měřícím senzorem, umístěným kolmo k homogennímu magnetickému poli permanentního magnetu, protéká proud, na jeho bočních stěnách se generuje tzv. Hallovo napětí velké

několik málo milivoltů. Pohyb zubů a zubových mezer kolem snímače, způsobují změnu magnetického toku permanentního magnetu. To způsobuje skokovou změnu generovaného napětí na Hallově senzoru. Napětí je pomocí integrovaného obvodu zesíleno a jako signál je poslán do řídicí jednotky ABS. Výstupní napětí je digitální a má výrazný obdélníkový charakter. Jeho hodnoty jsou pouze přímo úměrné velikosti magnetického toku protékajícího polovodičem. S měnícími se otáčkami zůstává amplituda napětí stále stejná, snímač tedy na otáčkách není závislý, mění se pouze délka periody. Napětí nejčastěji nabývá hodnot okolo 5 voltů a téměř nuly. Výstupní napětí může být kladné nebo záporné a v některých případech může nabývat až 12 voltů, to je závislé na provedení integrované elektroniky snímače. Výhodou tohoto typu snímače oproti indukčnímu je, že výstupní napětí je nezávislé na otáčkách kola a na vzdálenosti senzoru a impulsního kola, snímače umějí měřit statickou polohu i velmi pomalu otáčející se kolo a rozpoznat jeho směr otáčení. [20] [22]

Obrázek 2: Hallův snímač otáček a průběh výstupního napětí



1 – pouzdro snímače, 2 – připojovací kabeláž, 3 – integrovaná elektronika, 4 – permanentní magnet, 5 - Hallův sensor, 6 – impulsní kolo, G – vzduchová mezera

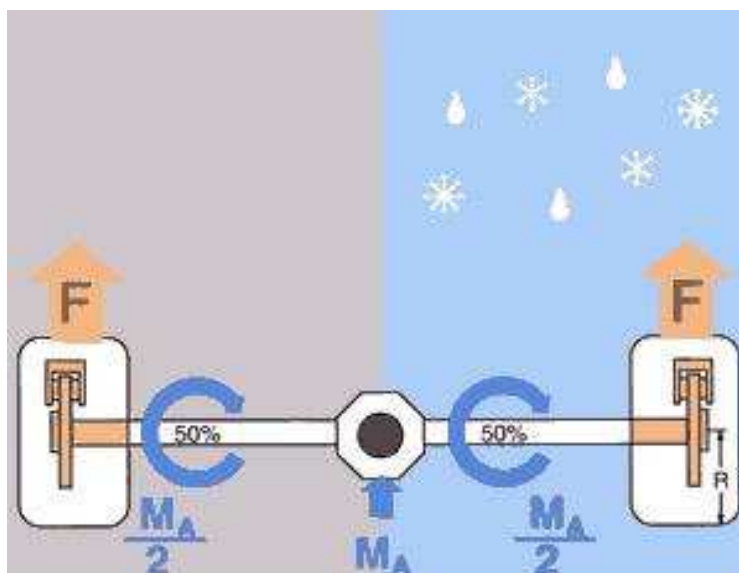
Zdroj: [22]

4.2 Elektronická uzávěrka diferenciálu - EDS

Electronic differential system do češtiny překládaný pod názvem elektronická uzávěrka diferenciálu. Tento systém je součástí systému ABS a rozšiřuje ho o další funkci. Využívá všech komponent systému ABS, ale funguje na opačném principu. Jelikož diferenciál přenáší hnací moment přivedený od převodovky a rozděluje jej mezi jednotlivá kola, může se stát, že točivý moment na jednom kole překročí přilnavost pneumatiky s vozovkou a kolo se začne protáčet. Při prokluzu některého z kol se aktivuje systém elektronické uzávěrky diferenciálu a kolo řízeně přibrzdí. [1]

Funkce systému je patrná zejména při rozjezdu na vozovce s rozdílnou adhezí pro levé a pravé kolo, při rozjezdu od krajnice vozovky, jízdě po sněhu či ledu nebo jízdě do prudkého kopce. Indukční snímače předávají společné řídicí jednotce ABS/EDS nepřetržitý signál o otáčkách kol. Při jízdě po čisté vozovce mohou obě kola přenášet stejně velký hnací moment, proto při dostatečné adhezí je přenesen koly celý hnací výkon v poměru 50 : 50. Z obrázku 3 vyplývá, že i při rozdílné adhezí mezi vozovkou a pneumatikou může diferenciál rozdělovat hnací moment 50 : 50. To v případě kdy pneumatika na části vozovky s nižší adhezí dokáže přenést celou polovinu momentu od motoru. [1] [23]

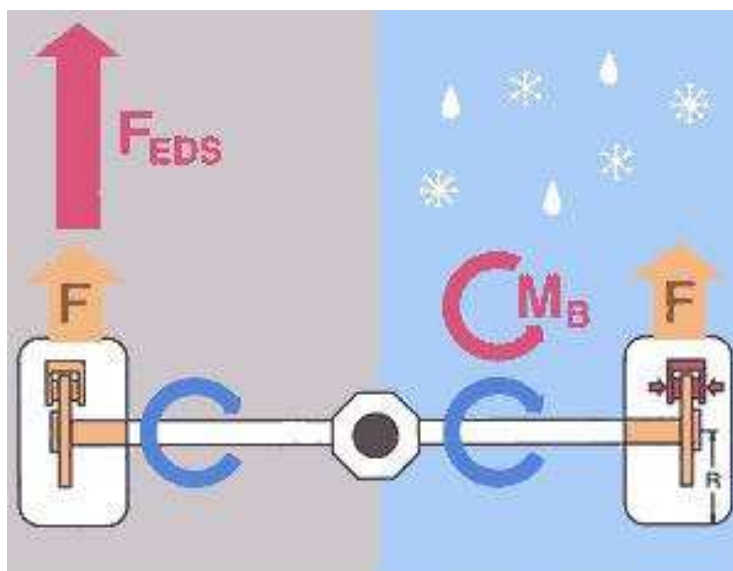
Obrázek 3: Přenos hnacího momentu při dostatečné adhezí



Zdroj:[23]

Při jízdě po vozovce s rozdílnou adhezí, může dojít k prokluzu kola s nižší přilnavostí. V tom případě je vozidlo schopné přenést pouze takový točivý moment, jaký je schopný přenést kolo s nižší adhezí. Proto když jednotka vyhodnotí, že se nějaké kolo protáčí, zvýší v dané soustavě tlak brzdové kapaliny a kolo opatrně přibrzdí. Tím dojde k přenosu větší části hnacího momentu na kolo s vyšší adhezí a vozidlo je schopné dále zrychlovat. Systém funguje jako by bylo vozidlo vybaveno mechanickou uzávěrkou diferenciálu nebo diferenciálem se zvýšenou svorností, taková situace je patrná z obrázku 4. Na překročení adhezních podmínek všech hnacích kol tento systém reagovat neumí. Nezbyvá než povolit plynový pedál a snížit hnací moment motoru. Systém pracuje pouze do rychlosti 40 km/h, po překročení této rychlosti je systém deaktivován. [1] [23]

Obrázek 4: Přenos hnacího momentu při nedostatečné adhezí



Zdroj:[23]

4.3 Protiprokluzový systém - ASR

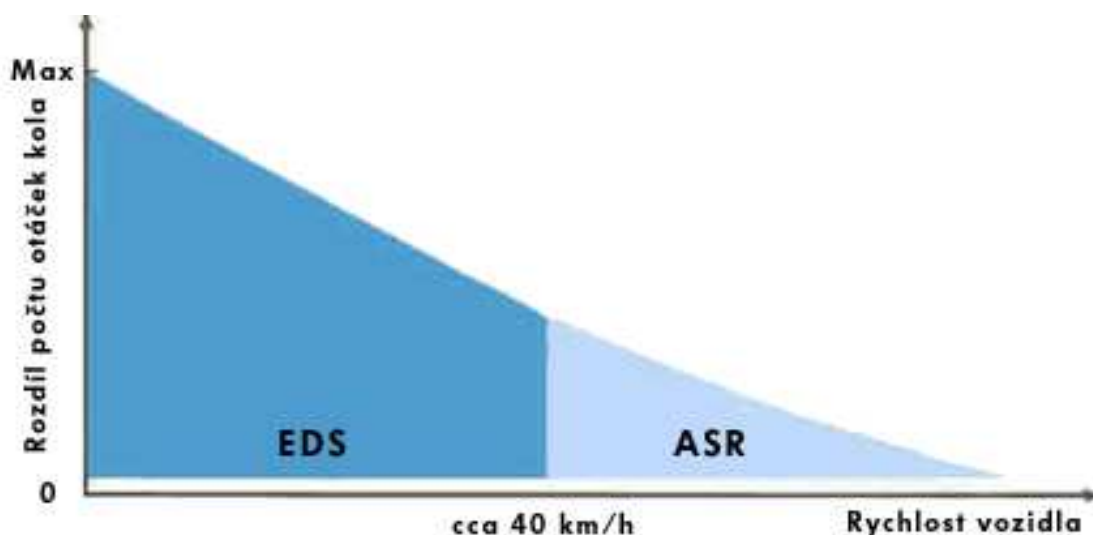
Anti Skid Regulation z angličtiny přeloženo jako protiprokluzový systém, účelně zabraňuje prokluzu hnacích kol při rozjezdu na vozovce se sníženou adhezí. Jedná se o rozšíření běžného systému ABS, přičemž využívá jejich snímačů otáček kol a řídicí jednotku. Navíc spolupracuje s řídicí jednotkou motoru, kdy při rozdílných otáčkách přední a zadní nápravy sníží dodávaný točivý moment motorem na hodnotu, kterou jsou pneumatiky schopné přenést na vozovku. Jelikož prokluzující pneumatika, stejně jako zablokovaná, nemůže přenášet boční síly, stává se vozidlo nestabilní. Protiprokluzovým

systemem je zajištěna větší jízdní stabilita a omezena nedotáčivost vozidla při průjezdu zatáčkou „pod plynem“. Dále systém zajišťuje rozjetí automobilu bez prokluzování kol, tím je docíleno nižší opotřebení pneumatik i celého hnacího ústrojí vozidla. Do rychlosti 40 km/h systém pracuje v kombinaci s EDS, při vyšších rychlostech již pracuje ASR samostatně. Jeli systém v činnosti, rozsvítí se řídicí kontrolka na přístrojové desce a nadále je upozorňován, že je na vozovce se sníženou přilnavostí. [1] [24]

Obdoba dnešního systému ASR byla v roce 1971 představena americkou automobilkou Buick, patřící do koncernu General Motors Company, pod názvem MaxTrac. Byl to jednoduchý elektronický systém pro snížení točivého momentu motoru při prokluzu kol. V roce 1979 přišla americká automobilka Cadillac se svým protiprokluzovým systémem s názvem Traction Monitoring System. Koncepce používaná dodnes se poprvé objevila v roce 1986. [24]

Zda začne pracovat systém ASR nebo EDS je závislé na rychlosti vozidla a na způsobu prokluzu kol. Když u vozidla s předním pohonem nastane prokluz mezi koly hnané nápravy a vozidlo se pohybuje nižší rychlostí než 40 km/h, aktivuje se systém EDS, který přibrzdí protáčející se kolo a vozidlo může dále zrychlovat. Jestliže jede vozidlo vyšší rychlostí, než je možné, aby pracoval systém EDS, zasáhne systém ASR a sníží točivý moment dodávaný od motoru. Rozsah použití je patrný na obrázku 5. [1] [24]

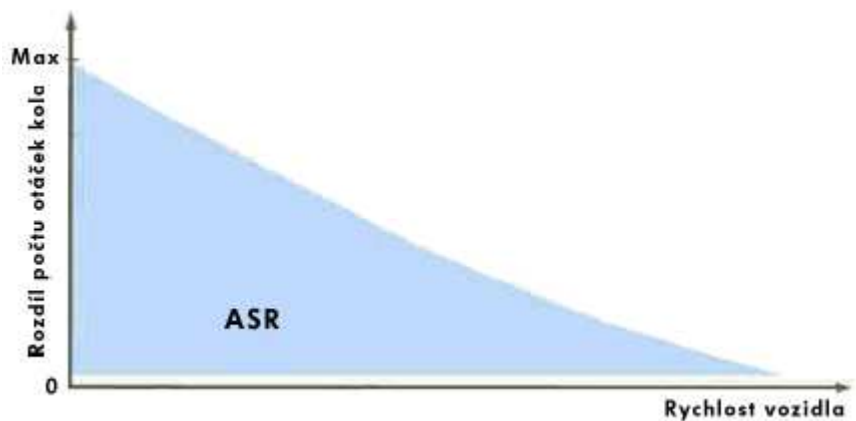
Obrázek 5: Rozsah použití EDS a ASR do 40km/h



Zdroj:[24]

Při prokluzu obou kol hnací nápravy, což systém rozpozná vyššími otáčkami oproti hnaným kolům, a dojde k zásahu systémem ASR, který sníží výkon motoru. K regulaci dochází v celém intervalu rychlosti automobilu. Dalším případem, kdy jsou oba systémy v činnosti, mohou být rozdílné otáčky kol hnací nápravy a zároveň obě převyšují otáčky kol hnaných. Při nízké rychlosti pracují oba systémy současně, při rychlosti nad 40 km/h vše řídí systém ASR, jak je patrné z obrázku 6. [1] [24]

Obrázek 6: Rozsah použití EDS a ASR nad 40km/h



Zdroj:[24]

Ke snížení točivého momentu motoru u zážehových motorů, dochází změnou polohy škrticí klapky, změnou předstihu, případně vynecháním zapalovacího impulsu nebo vynecháním vstřikovací dávky. Toho lze docílit pouze u motorů s elektronickým akceleračním pedálem, kdy jsou signály od řídicí jednotky ABS/ASR nadřazeny jeho poloze. U vznětových motorů dochází k regulaci množstvím vstřikovací dávky. [1] [24]

4.4 Elektronický stabilizační systém - ESP

Electronic Stability Program neboli elektronický stabilizační systém je dalším rozšířením protiblokovacího systému ABS a protiprokluzového systému ASR. V roce 1995 byl systém ESP poprvé namontován do vozidla Mercedes-Benz třídy E. Pro sériovou výrobu do všech kategorií vozidel byl však systém příliš drahý a proto se plánovala jeho montáž pouze do vozů vyšších tříd. Poté co v roce 1997 vozidlo Mercedes-Benz třídy A nezvládlo testování švédských novinářů, kdy se vozidlo při tzv. losím testu (viz dále) v rychlosti 60 km/h převrátilo na střechu, se začal systém rychle rozšiřovat i do vozidel nižších tříd. Všechna nově homologovaná vozidla, podle nařízení Evropské komise, musejí

být od 1. listopadu roku 2011 povinně vybavena elektronickým stabilizačním systémem. Navíc se od 1. listopadu 2014 nesmí na evropském trhu prodat nové vozidlo do 3,5 tuny, jak osobní tak užitkové vozidlo, které by nebylo vybaveno systémem ESP. Pro elektronický stabilizační systém automobilky používají velké množství názvů a zkratk, ale princip činnosti se výrazně neliší. [1] [25] [26]

4.4.1 Princip činnosti

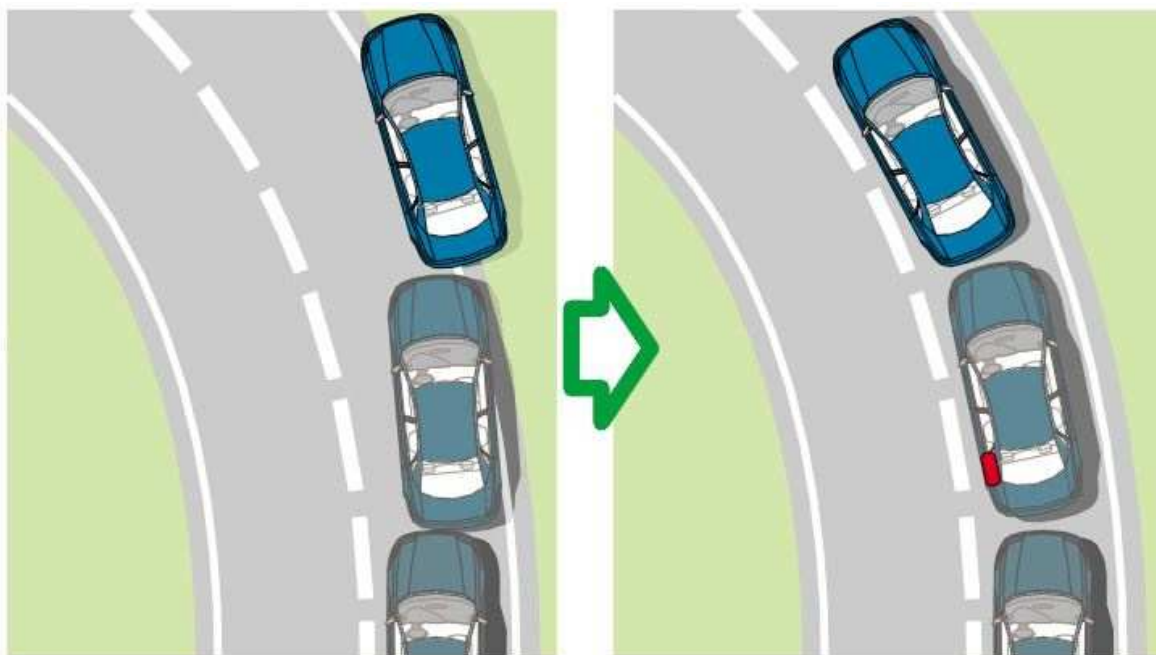
Systém ABS zabraňuje kolům blokovat a systém ASR nedovoluje kolům prokluzovat, tím dochází ke stabilizaci vozidla v podélném směru jízdy. Systém ESP zabraňuje skluzu pneumatiky v příčném směru jízdy, stabilizuje automobil při průjezdu zatáčkou a snižuje riziko smyku, zejména na náledí nebo mokré vozovce, za plného brzdění, zrychlování nebo při volné jízdě. Dále systém ESP pomáhá řidiči bezpečně zvládat kritické situace na silnici, jako jsou například prudké výhybné manévry před překážkou a vyrovnání smyku, který by mohl nastat a stabilizuje vozidlo vůči příčnému pohybu. Dostane-li se vozidlo do kritických situací a není vybaveno elektronickým stabilizačním systémem, ztrácí adhezi mezi pneumatikami a vozovkou a stává se tak těžko ovladatelné. Takové situace jsou obtížně zvladatelné i velmi zkušenými řidiči a mnohdy dochází ke špatnému odhadnutí dané situace, například příliš velkými zásahy do řízení. Ke zvýšení stability vozidla a zároveň bezpečnosti na pozemních komunikacích dochází účelnými zásahy systémem do brzdové soustavy jednotlivých kol, změnou motorem dodávaného točivého momentu a zásahy do řízení vozidla bez jakékoli činnosti řidiče. K tomu využívá hydraulické čerpadlo, řídicí jednotku ESP a signálů:

- snímače úhlu natočení volantu,
- snímače tlaku v brzdové soustavě,
- snímače polohy akceleračního pedálu,
- indukčních snímačů umístěných na kolech vozidla,
- snímače podélného a příčného zrychlení,
- snímače rotační rychlosti vozidla. [1] [25]

První tři uvedené snímače dávají řídicí jednotce ESP potřebné informace k tomu, aby věděla, kam chce řidič vozidlem jet. Zbylé tři snímače systému informují o tom, kam se vozidlo skutečně pohybuje. Řídicí jednotka tyto signály zpracovává a vyhodnocuje jízdní stav vozidla, aby mohla v případě nestabilního stavu adekvátně reagovat na danou situaci. Kritické situace, do kterých se vozidlo při jízdě může dostat, lze rozdělit na dvě hlavní skupiny a to nedotáčivý a přetáčivý smyk. [1] [25]

Nedotáčivý smyk – Jedná se o jízdní situaci, kdy při průjezdu zatáčkou vozidlo nerespektuje natočení volantu a pokračuje stále v přímém směru jízdy. Z obrázku 7 (vlevo) je patrná situace, kdy při průjezdu levotočivou zatáčkou vozidlo bez systému ESP opustilo jízdní dráhu, jelikož ztratilo adhezi mezi pneumatikami přední nápravy a povrchem vozovky, zatímco vozidlo (vpravo) vybavené systémem elektronické stability stejnou zatáčkou bezpečně projelo. Systém ESP sníží točivý moment motoru a cíleným přibrzděním vnitřních kol vozidla, kdy větší část brzdné síly působí na kolo zadní nápravy, vyvolává potřebný silový moment kolem svislé osy vozidla, který natáčí vozidlo do požadovaného směru jízdy. Tyto činnosti systému ESP výrazným způsobem zvýší stabilitu vozidla, jestliže u něj nastane nedotáčivý smyk. Nedotáčivý smyk je obvyklý převážně u vozidel s předním pohonem. [25]

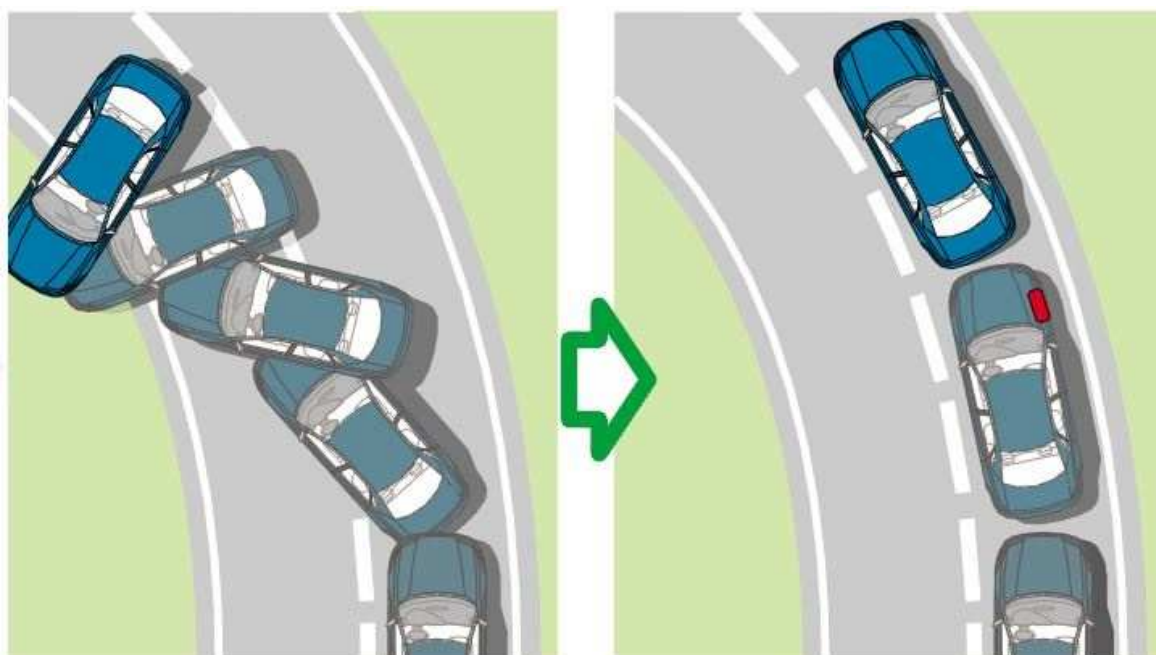
Obrázek 7: Porovnání chování vozidel bez a s ESP při nedotáčivém smyku



Zdroj: [28]

Přetáčivý smyk – Jedná se o jízdní situaci, při které dochází k vybočení zadní části vozidla k vnějšímu okraji vozovky a příliš velkému zatáčení. Taková situace je řidiči obtížněji zvladatelná než nedotáčivý smyk. Z obrázku 8 (vlevo) je patrná situace, kdy vozidlo při průjezdu levotočivou zatáčkou bez systému ESP opustilo jízdní dráhu z důvodu ztráty adheze mezi pneumatikami zadní nápravy a povrchem vozovky, zatímco vozidlo (vpravo) s elektronickým stabilizačním systémem stejnou zatáčku bezpečně projelo. Systém v tomto případě cílenými zásahy do brzdové soustavy vozidla přibrzdí kola na vnější straně zatáčky, kdy převážná část brzdné síly působí na kolo přední nápravy. Tím dochází k vytvoření silového momentu kolem svislé osy vozidla, který působí proti rotaci vozidla a natáčí ho zpět do požadovaného směru jízdy. Jestliže samotné zásahy do brzdové soustavy nestačí, systém krátkodobě zvýší točivý moment motoru, který je diferenciallym přiveden na nebrzděná kola. Tento jev ovšem nastává velmi zřídka. Touto kombinací činností systém účelně stabilizuje vozidlo v případě, kdy hrozí přetáčivý smyk. [25]

Obrázek 8: Porovnání chování vozidel bez a s ESP při přetáčivém smyku



Zdroj: [28]

Systém ESP zajišťuje dobré ovládní vozidla, dodržení jízdní stopy s ohledem na natočení volantu a dobrou stabilitu při jízdních situacích na samé hranici fyzikálních zákonů. Dále optimalizuje brzdovou dráhu vozidla. Tím velmi výrazně přispívá ke zvyšování aktivní bezpečnosti motorových vozidel. Jízdní situace a stav vozidla

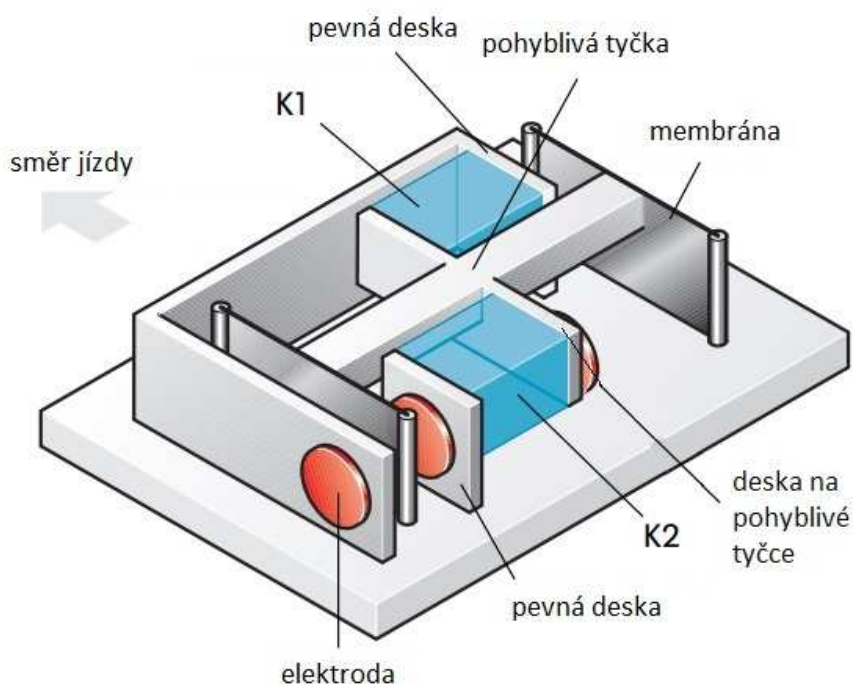
je systémem vyhodnocována až 30krát častěji než řidičem a může tak téměř okamžitě reagovat. [1]

4.4.2 Snímač příčného zrychlení

Příčné zrychlení je jedna z veličin, kterou systém ESP potřebuje vědět k účinné stabilizaci vozidla. Pro měření této veličiny se používají snímače kapacitní nebo snímače založené na Hallově jevu.

Kapacitní snímač – Jedná se o snímač, který se skládá ze dvou sériově řazených kondenzátorů. Kondenzátory obsahují tři tvrdé desky, na které jsou přidělány elektrody. Na obrázku 9 je vidět, že dvě desky jsou pevně přidělány k tělu senzoru. Třetí deska je přidělána na vodící tyčce a uložena volně, může se pohybovat pod vlivem boční síly, která vzniká při změně směru vozidla. Neutrální poloha pohyblivé části snímače je zajištěna dvěma membránami, které navíc zabraňují výraznému pohybu součástky při působení síly. Jestliže je vozidlo v klidu nebo se pohybuje přímočarým pohybem, vzdálenost mezi elektrodami je shodná. V takovém případě je stejná i kapacita na obou kondenzátorech. Pod vlivem zrychlení se tyčka pohybuje působením setrvačných sil opačným směrem, než jaký směr má zrychlení a mění se vzdálenost mezi elektrodami. Tím dochází k rozdílným hodnotám kapacit na kondenzátorech, které řídicí jednotka porovnává a vyhodnocuje. Aktuální hodnota přetížení je na výstupu ze senzoru prezentována v podobě napětí v rozsahu 0,5 – 4,5 voltů. Tento rozsah odpovídá přetížení -1,5 až +3,5 násobku gravitačního zrychlení. V případě kdy vozidlo stojí na vodorovném povrchu a nepůsobí na něho žádné přetížení, je hodnota napětí přibližně 1,7 voltů. Tento typ snímače příčného zrychlení využíval ve svých vozidlech například koncern Volkswagen Group. [1] [21] [27]

Obrázek 9: Kapacitní snímač příčného zrychlení

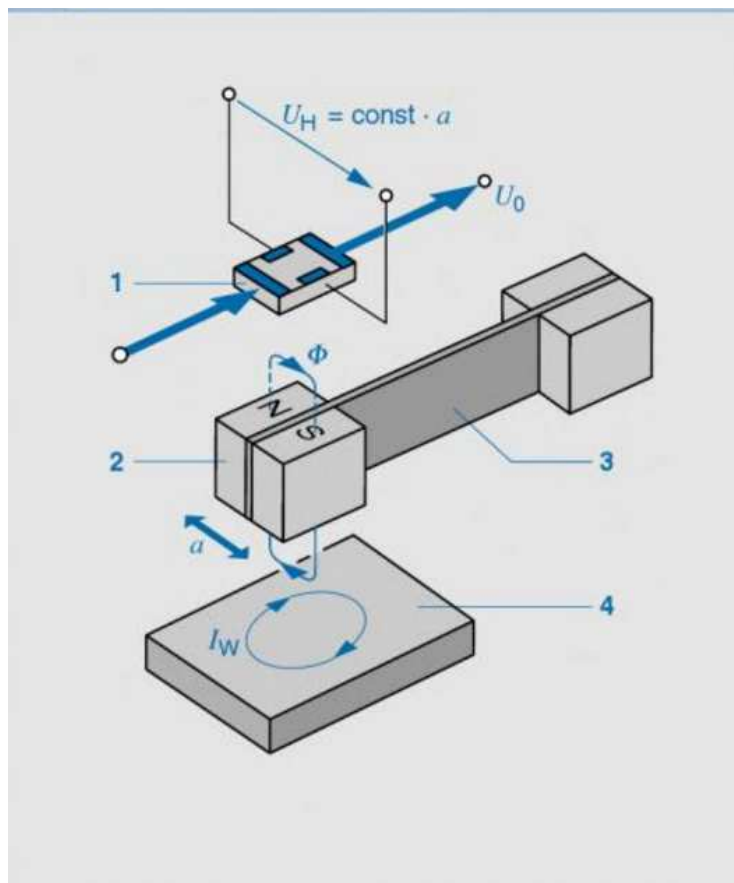


Zdroj: [28; upraveno]

Hallův snímač příčného zrychlení – Nejedná se o stejný snímač jako v kapitole 4.1.2. Snímač se skládá ze senzoru, založeného na Hallově jevu, permanentního magnetu, pružiny a tlumící destičky. Jak je patrné z obrázku 10 pružina je na jednom konci pevně uchycena k tělu snímače, na druhém je k ní přidělán permanentní magnet, který se může pochybovat do stran a chová se jako seismická hmota. Nad permanentním magnetem je umístěn senzor s vyhodnocovací elektronikou. Pod magnetem je malá měděná destička, která pomocí vířivých proudů dobře elektrodynamicky tlumí vlastní kmitání pružiny. Jestliže vozidlo změni směr jízdy, vznikne boční zrychlení a na pružinu začne kolmo působit síla. Permanentní magnet na konci pružiny se vychýlí z neutrální polohy. Velikost vychýlení je úměrná bočnímu zrychlení. Permanentní magnet svým pohybem v magnetickém toku generuje Hallovo napětí na senzoru snímače. Výstupní napětí na vyhodnocovacím zařízení je odvozeno z Hallova napětí a má s bočním zrychlením lineární závislost. Napětí při neutrální poloze se pohybuje okolo 2,8 voltů. Měřicí rozsah zrychlení je menší než u kapacitního snímače, odpovídá hodnotám

od -1 do +1 násobku gravitačního zrychlení. Takový rozsah bočního zrychlení pro použití v automobilech stačí a je výrazně přesnější. Výstupní napětí se v tomto případě pohybuje v rozmezí od 1,1 do 4,1 voltů. Snímač má poměrně úzké frekvenční pásmo kmitání permanentního magnetu, které se pohybuje pouze v několika jednotkách hertz. [1] [21] [29]

Obrázek 10: Hallův snímač příčného zrychlení



1 – senzor založený na Hallově jevu, 2 – permanentní magnet, 3 – pružina, 4 – měděná tlumící destička, U_H – napětí na Hallově senzoru, U_0 – napájecí napětí, Φ – magnetický tok, a – boční zrychlení, I_w – vířivé proudy

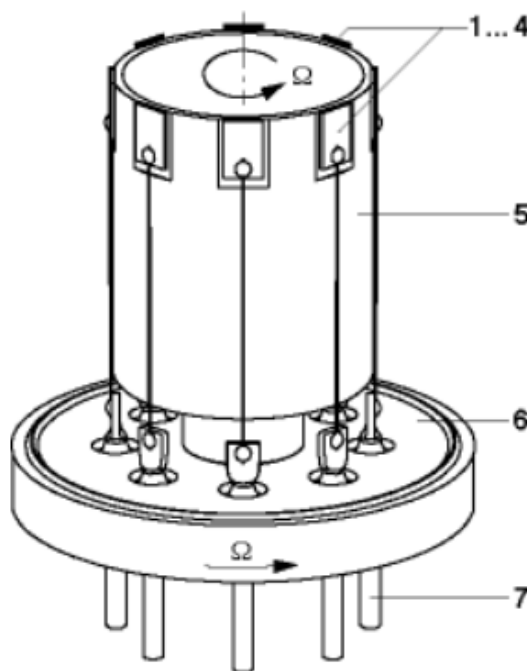
Zdroj: [29]

4.4.3 Snímač rotační rychlosti vozidla

Tento typ snímače měří úhlovou rychlost stáčení vozidla kolem svislé osy procházející těžištěm. Hodnoty jsou potřebné pro správné fungování systému ESP a účelnou stabilizaci vozidla. Pro měření této veličiny se používá piezoelektrický snímač. Snímač je umístěn pod sedadlem řidiče. Z obrázku 11 je patrné, že se snímač skládá ze čtyř

párů piezoelektrických prvků, oscilačního válce a kovové desky, na které je mikroprocesor a piny konektorů. Oscilační válec je pomocí piezoelektrických prvků v neutrální poloze rozkmitán na frekvenci 14 kHz (kilohertz). Jestliže na válec začne působit síla, změnou směru jízdy vozidla, válec se vychýlí ze své neutrální polohy a zkroutí se kolem své svislé osy. Snímač na tuto situaci reaguje zvýšením frekvence kmitání piezoelektrických prvků. Tím se snaží dostat válec zpět do neutrální polohy. Měří se změna frekvence kmitání, která určuje rychlost otáčení vozidla v reálním čase. Výstupní napětí má lineární charakteristiku vzhledem k úhlu natočení vozidla. Měření rychlosti natočení vozidla probíhá v rozsahu -50° až $+50^\circ$ za sekundu, tomu odpovídá výstupní napětí 0,7 – 4,3 voltů. Poloha vozidla je kontrolována každých 20 milisekund, tedy 50krát za sekundu. [21] [27]

Obrázek 11: Piezoelektrický snímač rotační rychlosti



1-4 – piezoelektrické prvky, 5 – oscilační válec, 6 – základní kovová deska, 7 – piny konektoru

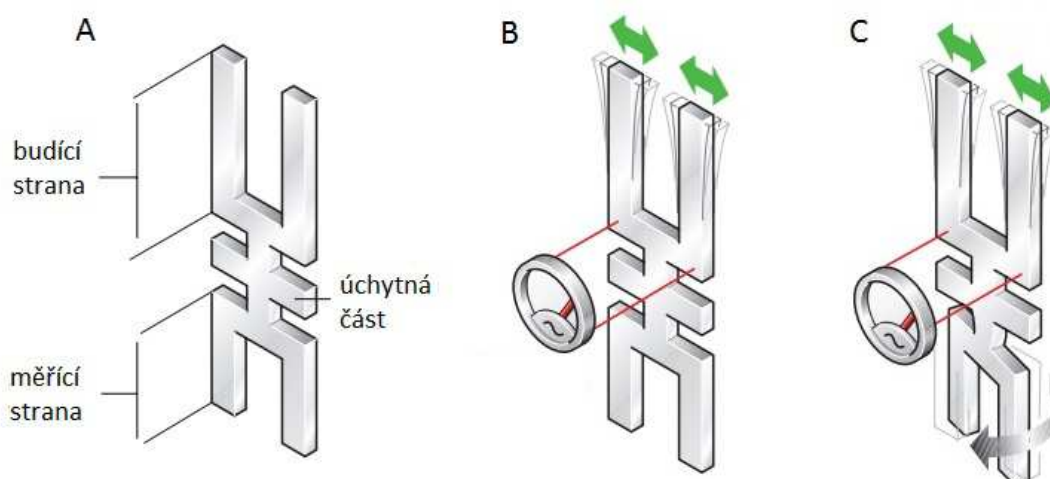
Zdroj: [21]

V dnešní době se již velmi často využívá kombinovaných snímačů, které měří jednak příčné zrychlení, ale i úhlovou rychlost vozidla zároveň. Jedná se například o mikromechanický snímač DRS-MM od firmy Bosch. Tento snímač se skládá z dvojité ladičky, vyrobené z piezoelektrického krystalu, umístěné na snímací desce. Celý snímač je hermeticky uzavřen v kovovém obalu naplněném dusíkem, pro ochranu před okolním

prostředím. Na obrázku 12 je vidět jak ladička vypadá. Lze ji rozdělit na tři části, kterými jsou upínací díl, budící strana a měřicí strana. Budící strana ladičky je vyrobena z materiálu s rezonanční frekvencí 11 kHz a měřicí strana s frekvencí 11,33 kHz. Když vozidlo nemění směr jízdy, je ladička neustále pomocí střídavého napětí rozkmitávána na frekvenci přesně 11 kHz, přičemž vidličky ladičky na budící straně kmitají proti sobě. Měřicí strana zůstává v klidu, jelikož má vyšší rezonanční frekvenci, jak je patrné na obrázku 12 v části B. Když vozidlo změní směr jízdy a začne působit zrychlení, ladička se zkroučí kolem vlastní osy. Tento jev je patrný z části C obrázku 12 a je způsoben tím, že nekmitající těleso reaguje na působení vnějších sil mnohem rychleji než kmitající těleso stejné velikosti určitou frekvencí. Piezoelektrický krystal tímto zkroucením mění tok elektrického náboje, který je měřen elektrodami. [1] [28]

Velikost zkroucení ladičky je úměrná působícímu bočnímu zrychlení a hodnoty jsou posílány do řídicí jednotky. Výstupní napětí ze snímače je rozděleno pro každou měřenou veličinu zvlášť, obě dvě ovšem mají lineární charakteristiku úměrnou velikosti zatížení. Pro měření rotační rychlosti je ze snímače vyslán referenční signál o napětí 2,5 voltů a druhý s napětíovým rozsahem 0,7 – 4,3 voltů, určující úhel natočení vozidla. V případě příčného zrychlení je signál odeslán přes jiný pin konektoru do řídicí jednotky v napětíovém rozsahu 0,5 – 4,5 voltů. [27]

Obrázek 12: Ladička sdruženého snímače příčného zrychlení a rotační rychlosti



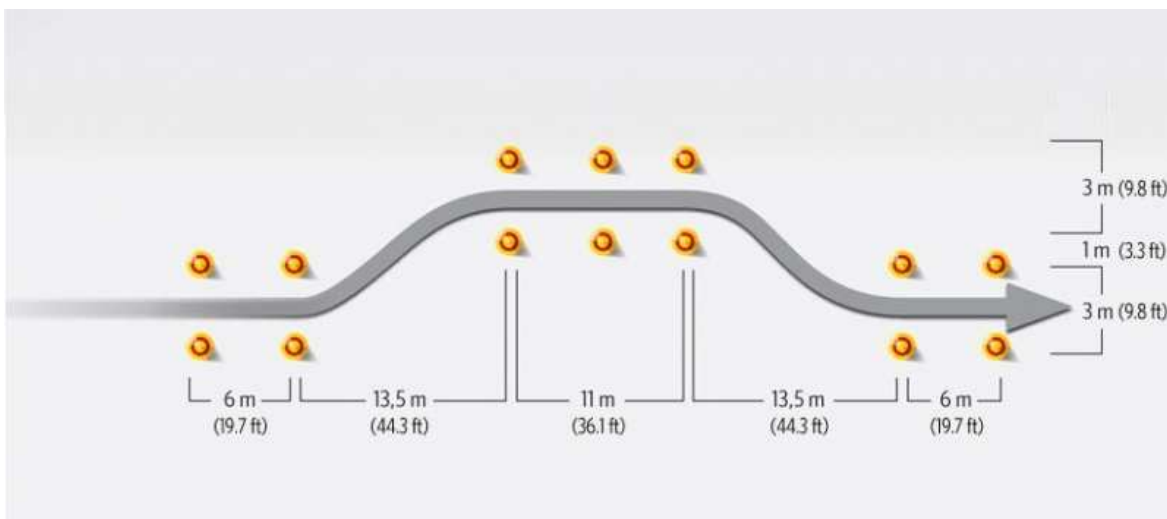
Zdroj: [28; upraveno]

4.4.4 Losí test

Jedná se o švédský test jízdních vlastností vozidel, zaměřený na jejich příčnou stabilitu. Dráha pro test, podle automagazínu Teknikens Värld, je znázorněna na obrázku 13. Vozidlo musí stanovenou rychlostí projet dvěma páry vstupních kuželů vzdálených od sebe 6 metrů a začít zatáčet. Mezera mezi kužely pro úhybný manévr měří 13,5 metru, kdy řidič musí střed vozidla posunout o 4 metry doleva. Prostor na srovnání vozu měří 11 metrů a poté je zapotřebí dostat střed vozidla zpět o 4 metry doprava na vzdálenosti opět 13,5 metru. Nakonec se vozidlo musí dostat do dvou párů kuželů značící původní jízdní pruh. Novinář Robert Collin podstatu testu vysvětlil na časté situaci ze švédských silnic, kdy se na nich objevují losy a je zapotřebí se zvířatům rychle a bezpečně vyhnout. Pojem se rychle ujal a test získal název Moose test do češtiny překládaný jako Losí test. [26]

„Losí test se provádí na suché vozovce s plně zatíženým vozidlem. Dopravní kužely nahrazují překážku a jsou uspořádány do koridoru. Testovací řidič musí provést rychlý vyhýbací manévr, objet první řadu kuželů a zařadit se zpět do původního jízdního pruhu. Zkouška se opakuje stále se zvyšující rychlostí, dokud automobil neshodí krajní kužely nebo nedostane smyk. To se obvykle stává při rychlosti kolem 90 km/h.“ [26]

Obrázek 13: Schéma losího testu podle Teknikens Värld



Zdroj: <http://www.autorevue.cz/mercedes-benz-c350e-hybrid-neprosel-losim-testem-video>

4.5 Adaptivní tempomat - ACC

Adaptive Cruise Control je adaptivní tempomat, kterým je vylepšený klasický tempomat. Když před vozidlem se zapnutým systémem ACC není žádná překážka nebo jiné vozidlo, chová se úplně stejně jako běžný tempomat. Snaží se udržet stanovenou rychlost za všech jízdní podmínek, jako je jízda po rovině, do kopce nebo z kopce. Jestliže vozidlo dojede před sebou pomaleji jedoucí vozidlo, systém bez jakéhokoli zásahu řidiče, přizpůsobí rychlost vozidla a začne udržovat bezpečný odstup. Poté co vozidlo jedoucí před vozidlem se zapnutým systémem ACC zrychlí nebo změní jízdní pruh, systém znovu zvýší rychlost vozidla na nastavenou. Ke snímání situace před vozidlem je použit radarový snímač, který pracuje na principu Dopplerova jevu. Systém porovnává vysílanou frekvenci s frekvencí odraženou od překážky a z toho vypočítá relativní rychlost objektu před vozidlem. [1] [30]

„Dopplerův jev se projevuje tím, že frekvence vlnění zjištěná pozorovatelem je jiná, než frekvence vlnění zdroje, jestliže se vzdálenost zdroje od pozorovatele mění v čase. To v praxi nastává buď tak, že se zdroj a pozorovatel vzájemně pohybují, nebo jsou zdroj a pozorovatel vedle sebe, ale sleduje se vlnění odražené od překážky, která se pohybuje. V praktickém životě lze Dopplerův jev pozorovat poměrně snadno. Stačí si stoupnout vedle dálnice a poslouchat zvuk projíždějících vozidel. Přibližující-se vozidlo zní výrazně vyšším tónem (vlny jsou kratší a frekvence vyšší), než totéž vozidlo, když se vzdaluje (vlny jsou delší a tedy frekvence nižší). Dopplerův jev využívá také radar pro měření rychlosti, protože tento jev funguje na vlnění všech druhů, nejenom akustické.“ [1]

Před vozidlo je vysílán úzký paprsek o rozptylu 11° , který rozpoznává vozidla a rozděluje je do dvou kategorií – rozpoznaná a zaměřená. Rozpoznaných vozidel může být v okolí automobilu až 12, ale zaměřené vozidlo je vždy jen jedno. Je to takové vozidlo, které je ve stejném jízdním pruhu nejbližší. Odstup od vozidla si řidič může zvolit v rozmezí 1,5 - 3,5 sekundy. Když se vozidlo jedoucí ve vedlejším pruhu zařadí před vozidlo se zapnutým systémem adaptivního tempomatu, z rozpoznávaného vozidla se stane zaměřené a systém přizpůsobí rychlost jízdy tomuto vozidlu. Když při průjezdu zatáčkou systém ztratí kontakt se zaměřeným vozidlem, je schopný pomocí paměťové funkce udržet danou rychlost. V případě, že se automobil se zapnutým systémem ACC dostane do krizové situace, kdy vozidlo před ním jedoucí prudce zpomalí a systém nemá dostatek

brzdné kapacity, vyzve řidiče zvukovým signálem k použití nožní provozní brzdy a k odvrácení dopravní nehody. Zvukový signál upozorní řidiče na překážku před vozidlem, i když je systém ACC vypnutý. [1] [30]

4.6 Sledování jízdního pruhu - LKS

Lane Keeping Support je systém sledování jízdního pruhu. Za podmínek, kdy vozidlo není vybaveno systémem pro sledování jízdního pruhu a řidič se nevěnuje plně řízení nebo dokonce usne, vozidlo bez jakéhokoli upozornění sjede ze silnice nebo vjede do protisměru a může tak dojít k čelnímu střetu s protijedoucím vozidlem, se stromem na krajnici nebo k jiné vážné dopravní nehodě. Systém pro sledování jízdního pruhu řidiče upozorní zvukovým znamením při nechtěném přejetí vodorovné vodící čáry silnice, aby se vrátil zpět do jízdního pruhu a zvýšil svojí pozornost při jízdě. Automobilka Honda Motors Company jako první ve svých automobilech představila systém pro sledování jízdního pruhu pod názvem LKAS. Další automobilky následně vyvinuly své systémy pod různým označením. [1] [30] [31]

Systém se skládá z digitální kamery, umístěné za čelním sklem, obrazového procesoru a vlastní řídicí jednotky. Kamera neustále zaznamenává pozici vozidla v jízdním pruhu. Obrazový procesor tuto informaci převede na digitální signál a předá ho řídicí jednotce. Ta je přes sběrnice vozu propojena s dalšími jednotkami, systémy nebo funkcemi (např. tachometrem, snímačem brzdového pedálu nebo blinkry). Systém LKS porovnává pozici automobilu relativně s vyhrazeným jízdním pruhem. Jestliže řídicí jednotka vyhodnotí, při splnění několika podmínek, že automobil opouští jízdní pruh silnice neúmyslně, vydá zvukový signál. Zvuk je vydáván z reproduktorů zabudovaných v předních sloupcích karoserie nebo bzučákem ve středové konzole palubní desky. Kamera rozeznává vodorovné značení silnic odpovídající evropskému standardu. Jelikož kamera snímá obraz ve vysokém rozlišení, umí rozpoznat i značení horší kvality. Vidí přibližně stejně jako lidské oko. Při nedostatečné kvalitě nebo snížených atmosférických podmínkách, jako je sníh, mlha nebo déšť, je řidič upozorněn kontrolkou na přístrojové desce, že systém sledování jízdního pruhu není k dispozici. Lze také tento systém jednoduše deaktivovat tlačítkem na středovém panelu přístrojové desky. Systém je aktivní pouze při rychlosti vyšší jak 60 km/h. [1] [30] [33]

System pro sledování jízdního pruhu byl nadále vyvíjen. Novinkou vývoje bylo spojení systému s adaptivním řízením vozidla. V případě nechtěného vyjetí vozidla z jízdního pruhu je nyní řidič upozorněn nejen zvukovým výstražným signálem, ale také cílenými zásahy do řízení, kdy je volant automaticky natáčen do požadovaného směru jízdy. Řidič však stále musí držet ruce na volantu a vnést alespoň částečnou sílu do řízení. Kdyby se řidič nevěnoval řízení vůbec, systém ho upozorní, aby převzal řízení. Případně se po určité době sám deaktivuje. Výrobci také důrazně upozorňují, že se nejedná o automatické řízení, které by nahrazovalo práci řidiče, ale pouze o podpůrný bezpečnostní systém. [1] [32]

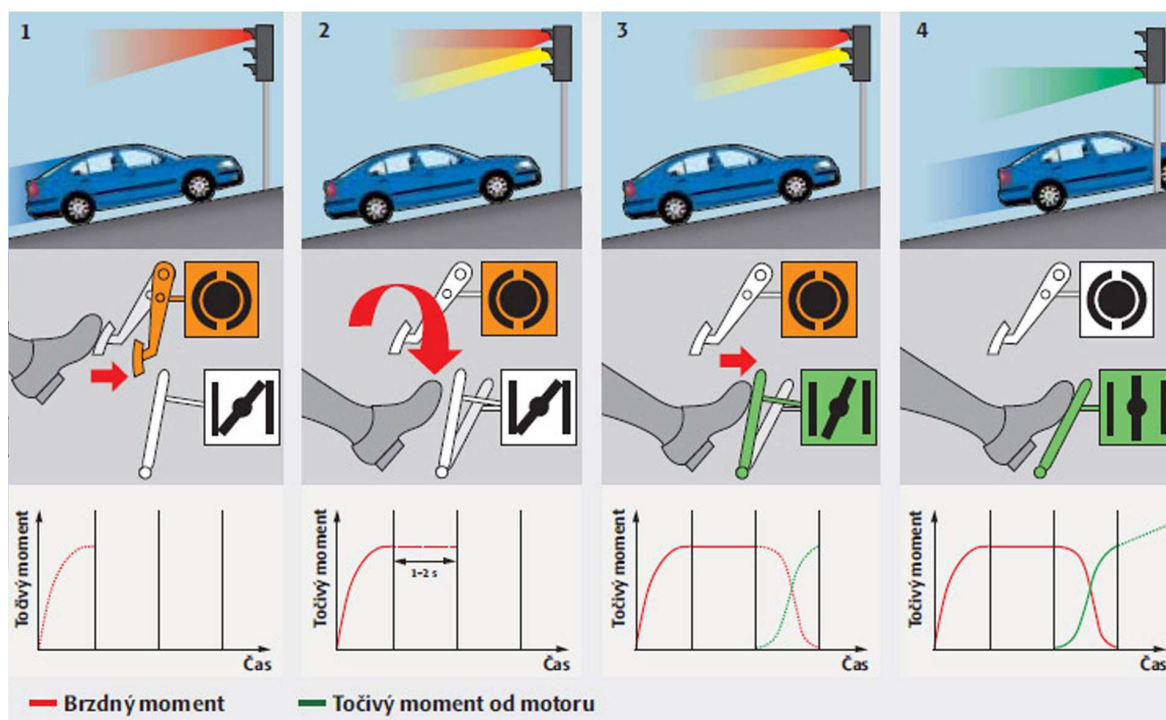
4.7 Asistent rozjezdu do kopce – HHC

Hill Hold Control neboli asistent rozjezdu do kopce pomáhá řidiči v obtížných situacích. System rozšiřuje a spolupracuje se stabilizačním asistentem ESP a protiblokovacím systémem ABS. Tento název používá například koncern Volkswagen Group, jiné automobilky ho označují jinak (např.: HSA nebo HLA), princip činnosti je však shodný. System byl poprvé namontován v roce 2003 do automobilu Smart, který vyvinula a dodala firma Bosch. Určitě každý řidič zná situaci, kdy musí zastavit v prudkém kopci a znova se v něm rozjet. Zvláště začínajícím řidičům tato situace nahání hrůzu. Vozidlo, které není vybavené tímto systémem, se začne okamžitě po sundání nohy z brzdového pedálu rozjíždět ze svahu dolů. Zkušený řidič může tuto situaci odvrátit rychlou kombinací pedálů spojky, brzdy a akcelérátoru nebo s použitím ruční parkovací brzdy a rozjet se bez výrazného couvnutí, někdy i úplně bez něj. U vozidel s automatickou převodovkou byl tento problém odstraněn robustní konstrukcí měniče točivého momentu, který udržel vozidlo na místě i v prudkém svahu. Dnešní automatické převodovky mají mnohem menší tření mezi převody a efekt couvnutí se u nich projevuje stejně jako u převodovek manuálních. [1] [34] [35] [36]

Základem tohoto systému je snímač náklonu vozidla, který je spojený s řídicí jednotkou ABS. Jestliže snímač rozpozná, že se vozidlo nachází ve svahu, aktivuje asistenta rozjezdu do kopce. Jak je patrné z obrázku 14, v první části obrázku vozidlo zastavilo v kopci z důvodu červené na světelném signalizačním zařízení a řidič drží brzdový pedál. Poté, co se bude chtít řidič s vozidlem znovu rozjet, sundá nohu z brzdového pedálu a přešlápne na pedál akcelérátoru. System bude nadále pomoci

elektromagnetických ventilů ABS udržovat zvýšený tlak brzdové kapaliny v brzdovém potrubí, po dobu přibližně dvou vteřin od uvolnění brzdového pedálu, aby se vozidlo nemohlo uvést do pohybu. Takový čas postačí k bezpečnému a klidnému přehození pravé nohy z brzdového pedálu na pedál akcelérátoru. Rozjetí vozidla tak probíhá úplně stejně jako za normálních podmínek. Následně se tlak brzdové kapaliny postupně sníží. Systém funguje v obou směrech jízdy, jak při normálním rozjezdu do kopce popředu, tak i když chce řidič začít do svahu couvat. Asistent rozjezdu do kopce nenahrazuje ruční parkovací brzdou, jestliže uplyne doba, po kterou systém udržuje zvýšený tlak v brzdové soustavě vozidla, automobil se rozjede ze svahu dolů. [1] [34]

Obrázek 14: Princip funkce asistenta rozjezdu do kopce



Zdroj: <http://cs.skoda-auto.com/models/hotspotdetail?HotspotName=C18+-+Asistent+rozjezdu+do+kopce+%5BFabia%2C+Roomster%2C+Octavia%2C+Yeti%2C+Superb%5D+&Page=technology&WebID=f22024f6-082e-4602-b10e-390863555dd7>

4.8 Asistent bezpečného sjíždění z kopců – HDC

Hill Descent Control, – asistent bezpečného sjíždění kopců automaticky reguluje rychlost jízdy vozidla a zabraňuje jeho nekontrolovatelnému rozjetí z prudkých svahů, které by nastalo při případné ztrátě adheze mezi pneumatikou a terénem. Systém

se používá převážně u vozů SUV nebo tzv. crossoverů, které jsou navrženy tak, aby zvládly projet lehkým terénem. Poprvé se systém, dodaný firmou Bosch, objevil v roce 1999 u automobilky BMW, konkrétně u jejich modelu X5. Bezpečné sjíždění kopců lze zajistit běžným systémem ABS, který nedovolí kolům se blokovat. Tento asistent přebírá od řidiče ovládání brzdového pedálu a ten se tak může soustředit více na řízení vozidla. Toho řidič využije hlavně při sjíždění zledovatělých kopců. [36]

Činnost asistenta spočívá ve spolupráci se systémem ABS, kdy účinně zvyšuje tlak brzdové kapaliny v brzdové soustavě každého kola automobilu zvlášť. K brzdění nemusí řidič šlapat na brzdový pedál, systém využívá jako zdroj tlaku brzdové kapaliny hydraulické čerpadlo ABS. Se zapnutím HDC se rozsvítí brzdová světla vozidla a ostatní řidiči jsou upozorněni na jeho pomalou jízdu ze svahu. U vozidel s manuální převodovkou lze systém aktivovat pouze na první nebo zpětný rychlostní stupeň, když se pohybují rychlostí nižší než 35 km/h. Automobily s automatickou převodovkou mají podmínku rychlosti stejnou jako vozidla s manuální převodovkou, ale požadované polohy řadicí páky se u jednotlivých automobilek liší. U všech vozidel lze systém aktivovat na ručně řazený stupeň „S1“ a zpětný rychlostní stupeň. Některé automobilky navíc umožňují spuštění systému při zařazení páky do polohy „D“. Při splnění všech podmínek pro aktivaci systému je řidič informován světelnou kontrolkou na sdruženém přístrojovém panelu. Systém se nespustí samočinně, když se vozidlo dostane do náklonu. Řidič ho musí spustit tlačítkem na středovém panelu přístrojové desky nebo na volantu vozidla, jelikož každá automobilka má vlastní řešení. Po aktivaci systému je vozidlo přibrzděno na rychlost okolo 12 km/h, kterou dále zachovává. Regulace rychlosti je u jednotlivých automobilek odlišná a probíhá nejčastěji v rozhraní 6-35 km/h. Řidič může rychlost měnit pomocí tlačítek pro změnu rychlosti tempomatu nebo pomocí nožních pedálů. Jestliže vozidlo překročí rychlost 35 km/h, přepne se systém do režimu připravenosti. Po překročení rychlosti 60 km/h se systém samočinně vypne. [1] [36] [37] [38]

4.9 Highway pilot

Highway pilot je systém polo-autonomního řízení vozidla. Jedná se o kombinaci asistenčních systémů, adaptivního tempomatu a systému pro sledování jízdních pruhů, které dále spolupracují s řízením vozidla nebo navigačním zařízením. Zatím se nejedná o plné dálniční řízení, které by dokázalo měnit jízdní pruhy, najet na dálnici nebo z ní sjet.

System prozatím dokáže udržet vozidlo v jízdním pruhu stanovenou rychlostí, hlídat bezpečný odstup od vozidla před ním a případně zpomalit na požadovanou rychlost. Řidič musí být stále v pohotovosti a kdykoli být připraven převzít řízení, kdyby nastaly nepředvídatelné okolnosti, jako je změna počasí, kvalita dopravního značení nebo například práce na silnici. Na blížící se překážku nebo plánované opuštění dálnice je řidič vozidla včas upozorněn vizuální i akustickou signalizací, tak aby bezpečně převzal kontrolu nad vozidlem. Po projetí daného nebezpečného úseku řidič může znovu obnovit polo-autonomní řízení vozidla. V případě, že řidič na výzvu nereaguje a řízení nepřevzme, vozidlo samo bezpečně zastaví v odstavném pruhu. [39] [40]

System je již značnou dobu testován v různých prototypch automobilů. Sériově vyráběný automobil, který byl tímto systémem vybavený, vyjel poprvé na dálnici 2. října roku 2015. Jednalo se o nákladní vůz Mercedes-Benz Actros, který ujel se zapnutým systémem autonomní řízení úsek dálnice A8 mezi Stuttgartem a Denkendorfem. Ovšem jednalo se o ojedinělý automobil vybavený tímto systémem, sériová výroba vozidel s tímto systémem se plánuje až kolem roku 2025. Předpokládá se, že autonomní řízení na dálnici výrazně sníží počet nehod převážně těžkých nákladních automobilů, kdy řidiči na dlouhých cestách ztratí pozornost nebo je přemůže mikrosnání a vozidla sjedou ze silnice. Takové nehody mají mnohdy fatální následky. Navíc se sníží psychická námaha řidiče. [39]

5 Závěr

Bakalářská práce na téma „Analýza elektronických jízdních asistentů“ je zaměřena na vytvoření přehledu některých současných, ale i připravovaných systémů aktivní a pasivní bezpečnosti, které se snaží zabránit vzniku dopravních nehod, případně co nejvíce zmírnit jejich následky.

Mezi prvky aktivní bezpečnosti patří účinné brzdy, kvalitní osvětlení a výstražná signalizace, ergonomie vozidla, pohodlí řidiče, dobrý výhled z vozidla a především elektronické jízdní asistenti, kterým je věnována samostatná kapitola. Práce popisuje jejich historický vývoj, konstrukci, princip činnosti a možnosti jejich využití v silničních motorových vozidlech.

Nejstarším a nejdůležitějším systémem z elektronických jízdních asistentů je protiblokovací systém ABS, z jehož základu vycházejí další systémy (např. protipokluzový systém ASR, elektronická uzávěrka diferenciálu EDS nebo stabilizační systém ESP). Stal se tak průlomovým systémem ve vývoji aktivní bezpečnosti. Systém zajišťuje ovladatelnost, říditelnost a jízdní stabilitu vozidla při silném brzdění nebo brzdění na vozovce s nízkou adhezí tím, že omezuje tlak v brzdové soustavě jednotlivých kol, aby nedošlo k jejich blokování.

Dalším významným systémem v aktivní bezpečnosti vozidel je elektronický stabilizační systém ESP. Tento systém účelnými zásahy do brzd vozidla zabraňuje skluzu pneumatik po vozovce v příčném směru jízdy a stabilizuje vozidlo, při nečekaném výhybném manévru nebo při průjezdu směrovým obloukem. Nebýt toto systému některá malá vozidla (např. Mercedes-Benz třídy A) by nemohla být homologována, jelikož svou konstrukcí jsou nestabilní. Dnes jsou již nově homologovaná vozidla povinně vybavena protiblokovacím systémem ABS a elektronickým stabilizačním systémem ESP.

Prvky aktivní bezpečnosti se neustále vyvíjejí. Snahou všech firem v automobilovém průmyslu je zdokonalení a rozšíření systémů o nové funkce podporující aktivní bezpečnost vozidel. Využitím kamerového zařízení a radarových čidel je možné v budoucnu dosáhnout autonomního řízení vozidla. Prvním krokem je plánovaný systém polo-autonomního řízení vozidla – Highway pilot.

Ze statistiky nehod v letech 2000 – 2015 vyplývá, že i přes neustále rostoucí počet vozidel docházelo do roku 2008 k výraznému snížení počtu dopravních nehod. Od změny legislativy v roce 2009 je počet dopravních nehod hlášených Policii ČR sice nižší, ale má rostoucí tendenci. Počet nehod s následky na životě nebo zdraví má s mírnými výkyvy klesající trend. Pozitivní je, že počet usmrcených a těžce zraněných osob klesl ve sledovaném období o více jak polovinu, ale přesto je dosahováno poměrně vysokých hodnot.

Snižování počtu usmrcených a těžce zraněných osob při dopravních nehodách lze přiřadit stále kvalitnější aktivní bezpečnosti vozidel a stále častějšímu použití elektronických jízdních asistentů, které se snaží zabránit nehodě. Když už nehoda nastane, stále zlepšující se pasivní bezpečnost snižuje následky dopravní nehody a zmírňuje zranění účastníků nehody.

Většinu nehod způsobí řidiči nesprávným způsobem jízdy a nepřiměřenou rychlostí. Počet nehod by byl výrazně vyšší, kdyby nedošlo k nasazení elektronických jízdních asistentů do vozidel. Proto je vhodné se zamyslet nad dalším rozvíjením těchto systémů ke snížení počtu dopravních nehod, při kterých dochází k následkům na životě nebo zdraví.

6 Seznam použitých zdrojů

- [1] VLK, František. Automobilová elektronika 1. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
- [2] VLK, František. Automobilová elektronika 2. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- [3] PILÁRIK, Milan a Jiří PABST. Automobily I. 2. přepracované vyd. Praha: Informatorium, 2005. ISBN 80-7333-035-0.
- [4] SAJDL, Jan. Ergonomie. *Autolexicon.net* [online]. 2011 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/ergonomie/>
- [5] Představujeme novou řadu vozů Volvo FH. *Volvo Truck* [online]. [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: http://www.volvotrucks.com/SiteCollectionDocuments/VTC/Market/Trucks/volvo-fh-series/pdf/FH%20magazine/2012-CZ0087_VTC_Magazine_FH_72dpi.pdf
- [6] Ergonomické požadavky při konstrukci strojů a projektování pracoviště. *BOZPinfo.cz* [online]. 2004 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: http://www.bozpinfo.cz/win/knihovna-bozp/citarna/tematicke_prilohy/ergonomie/ergonomie3.jizda.html
- [7] Aktivní a pasivní prvky bezpečnosti motorových vozidel. *Observatoř: Bezpečnosti silničního provozu* [online]. 2015 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/clanky/aktivni-a-pasivni-prvky-bezpecnosti-motorovych-vozidel/>
- [8] SAJDL, Jan. Multikolizní brzda – MKB. *Autolexicon.net* [online]. 2015 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/multikolizni-brzda/>
- [9] RAICIU, Tudor. How Crumple Zones Work. *Autoevolution* [online]. 2016 [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: <http://www.autoevolution.com/news/how-crumple-zones-work-7112.html>

- [10] SAJDL, Jan. Airbag. *Autolexicon.net* [online]. 2011 [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/airbag/>
- [11] Předpis č. 48 Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) - Jednotná ustanovení pro schvalování typu vozidel z hlediska montáže zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci. 2011.
- [12] ČSN 30 0734: Silniční vozidla. Pracovní místo řidiče. 1984.
- [13] Směrnice Rady 91/671/EHS o povinném používání bezpečnostních pásů a dětských zádržných systémů ve vozidlech: v znění pozdějších předpisů. 1991.
- [14] SAIDL, Jan. ECall. *Autolexicon.net* [online]. [cit. 2016-02-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/ecall/>
- [15] Dopravní park - časové řady: Silniční doprava. *Český statistický úřad* [online]. 2015 [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/dopravni_park_casove_rady
- [16] TESAŘÍK, Josef a Jan STRAKA. INFORMACE: o nehodovosti na pozemních komunikacích České republiky za rok 2015. *Policie České republiky: Statistika nehodovosti* [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>
- [17] TŮMOVÁ, Věra. Jak postupovat při dopravní nehodě. *Peníze.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/pojisteni-auta/66272-jak-postupovat-pri-dopravni-nehode>
- [18] SAJDL, Jan. Aktivní bezpečnost. *Autolexicon.net* [online]. 2011 [cit. 2016-02-09]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/aktivni-bezpecnost/>
- [19] SAJDL, Jan. ABS (Anti-lock Braking System). *Autolexicon.net* [online]. 2011 [cit. 2015-12-09]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>

- [20] Bosch Sensors. *Jenniskens.livedsl.nl* [online]. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: <http://jenniskens.livedsl.nl/Technical/Tips/Files/Bosch%20Sensor%20information.pdf>
- [21] Bosch: Electronic Automotive Handbook. *Bookzz.org* [online]. Robert Bosch GmbH, 2002 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: http://bookzz.org/book/1061692/c16d5e/?_ir=1
- [22] MUCEVSKI, Kiril. Inductive and Hall Effect RPM Sensors Explained. *Linkedin.com* [online]. 2015 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/pulse/inductive-hall-effect-rpm-sensors-explained-kiril-mucevski>
- [23] SAJDL, Jan. EDS (Elektronische Differenzialsperre). *Autolexicon.net* [online]. 2011 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/eds-elektronische-differenzialsperre/>
- [24] SAJDL, Jan. ASR (Antriebsschlupfregelung). *Autolexicon.net* [online]. 2014 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/asr-antriebsschlupfregelung/>
- [25] SAJDL, Jan. ESP (Electronic Stability Programme). *Autolexicon.net* [online]. 2011 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/esp-electronic-stability-programme/>
- [26] SAJDL, Jan. Losí test. *Autolexicon.net* [online]. 2011 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/losi-test/>
- [27] Introduction to DSC. *Bimmerfest.com* [online]. [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <https://www.bimmerfest.com/forums/attachment.php?attachmentid=188242&d=1244232577>
- [28] ESP: Electronic Stability Programme. *Volkspage.net* [online]. 1998 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: http://www.volkspage.net/technik/ssp/ssp/SSP_204.pdf
- [29] Brakes, brake control and driver assistance systems: function, regulation and components. 1. vyd. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2014. ISBN 978-3-658-03977-6.

- [30] Aktivní bezpečnost: Systémy aktivní bezpečnosti v nákladních vozech Volvo. *Volvo Trucks.com* [online]. 2008 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: <http://www.volvotrucks.com/SiteCollectionDocuments/VTC/czech/Trucks/Aktivn%C3%AD%20bezpe%C4%8Dnost%202008.pdf>
- [31] SAJDL, Jan. LKA (Lane Keeping Aid). *Autolexicon.net* [online]. 2012 [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/lka-lane-keeping-aid/>
- [32] SAJDL, Jan. LKAS (Lane Keeping Assist System). *Autolexicon.net* [online]. 2011 [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/lkas-lane-keeping-assist-system/>
- [33] Asistent udržování jízdního pruhu (LGS). *Truck.man.eu* [online]. [cit. 2015-12-27]. Dostupné z: <http://www.truck.man.eu/cz/cz/svet-man/technologie-und-odbornost/technika/asistent-vedeni-stopu/Asistent-vedeni-stopu.html>
- [34] How Hill-Hold or Hill-Start Assist Technology Makes Steep-Road Starts Safer for Drivers. *Askpatty.com*[online]. 2014 [cit. 2016-02-16]. Dostupné z: http://caradvice.askpatty.com/ask_patty_/2014/07/how-hill-hold-or-hill-start-assist-technology-makes-steep-road-starts-safer-for-drivers-.html#sthash.CRKFNckO.Vf5n3bi4.dpbs
- [35] SAIDL, Jan. HSA (Hill Start Assist). *Autolexicon.net* [online]. 2011 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/hsa-hill-start-assist/>
- [36] Autopříslušenství prvovýbava: Bosch rozšiřuje ESP – stále větší bezpečnost a komfort. *Bosch.cz: press* [online]. 2004 [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://press.bosch.cz/detail.asp?f_id=328
- [37] LAUKKONEN, Jeremy. Hill Descent Control Systems. *About.com: cartech* [online]. 2016 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://cartech.about.com/od/Safety/a/Hill-Descent-Control.htm>

- [38] Hill Descent Control (HDC). *Volvocars.com: support* [online]. 2016 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://support.volvocars.com/uk/cars/Pages/owners-manual.aspx?mc=y283&my=2016&sw=15w17&article=538b32551664ec00c0a801e800872518>
- [39] MITRACHE, Vlad. Mercedes Actros is First Series-Production Truck to Operate on an Automated Basis on Highways. *Autoevolution* [online]. 2015 [cit. 2016-02-23]. Dostupné z: <http://www.autoevolution.com/news/mercedes-actros-is-first-series-production-truck-to-operate-on-an-automated-basis-on-highways-100619.html>
- [40] Future Truck 2025 and Highway Pilot. *Mercedes-benz.com: roadstars* [online]. 2015 [cit. 2016-02-23]. Dostupné z: https://roadstars.mercedes-benz.com/en_GB/events/2015/october/future-truck-2025.html
- [41] BHUYAN, Atanu a Olga GANILOVA. Crush Can Behaviour as an Energy Absorber in a Frontal Impact. *Journal of Physics: Conference Series*[online]. 2012, 382, 012009- [cit. 2016-03-28]. DOI: 10.1088/1742-6596/382/1/012009. ISSN 1742-6588. Dostupné z: <http://stacks.iop.org/1742-6596/382/i=1/a=012009?key=crossref.e500d505ea05b665a468ba83999531f5>
- [42] Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu): ve znění pozdějších předpisů. 2000.

7 Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Schéma indukčního snímače otáček.....</i>	15
<i>Obrázek 2: Hallův snímač otáček a průběh výstupního napětí</i>	16
<i>Obrázek 3: Přenos hnacího momentu při dostatečné adhezi</i>	17
<i>Obrázek 4: Přenos hnacího momentu při nedostatečné adhezi.....</i>	18
<i>Obrázek 5: Rozsah použití EDS a ASR do 40km/h</i>	19
<i>Obrázek 6: Rozsah použití EDS a ASR nad 40km/h</i>	20
<i>Obrázek 7: Porovnání chování vozidel bez a s ESP při nedotáčivém smyku</i>	22
<i>Obrázek 8: Porovnání chování vozidel bez a s ESP při přetáčivém smyku</i>	23
<i>Obrázek 9: Kapacitní snímač příčného zrychlení.....</i>	25
<i>Obrázek 10: Hallův snímač příčného zrychlení</i>	26
<i>Obrázek 11: Piezoelektrický snímač rotační rychlosti</i>	27
<i>Obrázek 12: Ladička sdruženého snímače příčného zrychlení a rotační rychlosti.....</i>	28
<i>Obrázek 13: Schéma losího testu podle Teknikens Värld.....</i>	29
<i>Obrázek 14: Princip funkce asistentu rozjezdu do kopce</i>	33