

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Elektronické bezpečnostní systémy silničních
motorových vozidel**

Trojan Ivanov

Bakalářská práce

2010

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Trojan IVANOV**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**
Název tématu: **Elektronické bezpečnostní systémy silničních motorových vozidel**
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

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

1. Úvod -zhodnocení stavu bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích
2. Bezpečnost silničního provozu
 - legislativa
 - zásady bezpečné jízdy
 - psychologie řidiče
 - příčiny a následky dopravních nehod
3. Bezpečnostní systémy používané ve vozidlech
 - rozdělení
 - popis systémů, funkce
4. Možnosti využití elektronických systémů

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Havlík, Karel: PSYCHOLOGIE PRO ŘIDIČE. PORTÁL, Praha 2005
Vlk, František: ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY MOTOROVÝCH VOZIDEL. Díl 2, 1. vydání, BRNO: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2002
zákon č.361/2000 Sb. O provozu na pozemních komunikacích

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Svoboda

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **26. února 2010**


Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2010**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

Ve Šternberku dne 24. 10. 2010

Trojan Ivanov

Poděkování

Děkuji panu Ing. Pavlu Svobodovi za vstřícnost, cenné rady a podporu při vedení bakalářské práce a dále panu Ing. Martinu Pípovi z výzkumné instituce Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. za poskytnuté materiály.

Anotace:

Předložená bakalářská práce je zaměřena na aplikaci elektronických bezpečnostních systémů v provozu silničních motorových vozidel. Přes legislativu, zásady bezpečné jízdy a psychologii řidiče se dostáváme k samotným elektronickým prvkům aktivní bezpečnosti. Těžiště práce spočívá v posouzení vlivu elektronických bezpečnostních systémů na zvyšování bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích a možnostech dalšího využívání elektronických systémů v silničních motorových vozidlech za účelem zvyšování bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích.

Klíčová slova: bezpečnost provozu, provoz na pozemních komunikacích, řidič, motorové vozidlo, elektronika.

Annotation:

Submitted work is focused on the application of electronic security systems in the operation of road motor vehicles. Through legislation, the principles of safe driving and driver psychology to get to the actual electronic active safety features. The focal point is to assess the impact of electronic security systems for improving safety on the roads and the possibilities of further use of electronic systems in road motor vehicles to increase safety on the roads.

Keywords: traffic safety, road traffic, driver, motor vehicle, electronics.

Obsah:

1. Úvod	9
2. Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích	10
2.1. legislativa	10
2.2. zásady bezpečné jízdy	11
2.2.1. Technický stav vozidla	12
2.2.2. Brzdná dráha vozidla	12
2.2.3. Reakční doba řidiče	15
2.2.4. Schopnosti řidiče	16
2.2.5. Dodržování bezpečné vzdálenosti mezi za sebou jedoucími vozidly	16
2.2.6. Jízda v zimě a při zhoršených povětrnostních podmínkách	17
2.2.7. Jízda v noci a za snížené viditelnosti	17
2.2.8. Jízda zatáčkou a chování vozidel přetáčivých a neotáčivých	18
2.2.9. Předvídativost, ohleduplnost a defenzivní způsob jízdy	20
2.2.10. Vlivy působící na výkonnost řidiče	20
2.3. Psychologie řidiče	21
2.4. Příčiny a následky dopravních nehod	25
3. Bezpečnostní systémy používané ve vozidlech	27
3.1. Proti blokovací systém ABS	30
3.1.1. Funkce regulace ABS	31
3.1.2. Technické provedení regulace ABS	33
3.2. Regulace prokluzu ASR	34
3.2.1. Funkce regulace ASR	35
3.3. Elektronická stabilizace jízdy ESP	36
3.3.1. Funkce systému ESP	38
3.4. Brzdový asistent	38
3.5. Elektrohydraulický brzdový systém SBC	40
3.6. ACC – adaptive cruise control	41
4. Možnosti využití elektronických systémů	42
5. Závěr	46

6. Použitá literatura:	53
7. Seznam obrázků:	55
8. Seznam tabulek:	56

1. Úvod

Člověk se velice často, bez ohledu na svoje činy a jejich následky, prohlašuje za „pána tvorstva“. V lidském životě je však mnoho oblastí, kdy selháním lidského faktoru dochází k tragickým událostem, které se nedají nijak vrátit zpět. Jednou z těchto oblastí je provoz na pozemních komunikacích.

Rok od roku hustota provozu na pozemních komunikacích roste, kapacita dopravní infrastruktury se stává nedostačující z důvodu neustále se zvyšujícího počtu motorových vozidel a nejen to, mění se, a to velice rychle a špatným směrem, chování účastníků provozu na pozemních komunikacích z důvodu uspěchaného životního stylu, klesá respekt před zákonem a autoritami, zvyšuje se počet hazardujících řidičů, roste počet vozidel s výkonnými motory. Daly by se najít i další důvody, které negativně ovlivňují statistiky nehodovosti vedené ministerstvem vnitra české republiky.

První obětí autonehody se stala něco před více než sto lety jistá obyvatelka Anglie. Automobil ji srazil na tehdejší dobu nezvyklou rychlostí osm kilometrů v hodině. Už tehdy si lidé kladli otázku: „Co se bude dít za pár let, až vozy pojedou rychlostí patnáct, dvacet nebo dokonce třicet kilometrů v hodině? To by automobil mohl zabít na světě každý den i pět lidí!“

Realita dneška je daleko tragičtější. Přibližně každé tři minuty dochází na silnicích v ČR k dopravní nehodě. Každou osmnáctou minutu je při nehodě lehce zraněna jedna osoba, každých sto minut utrpí někdo těžké zranění a přibližně každých šest a půl hodiny zemře při autonehodě člověk. Nejmenovaný dopravní expert konstatoval na dopravní konferenci roku 1970 v Ósace, že automobil v rukou nezodpovědného řidiče je nebezpečnější než nabitá puška. Omezení lidských selhání žádá zacelit trhliny, které se v posledních desetiletích prohloubily v dopravním systému tvořeném člověkem, prostředím a vozidlem. [3]

Řízení dopravního prostředku představuje, vzhledem ke zvyšující se hustotě provozu, používání výkonnějších strojů a v neposlední řadě i k narůstající agresi ze strany řidičů, nepřetržité reagování na množství podnětů a neustálé obnovování rovnováhy mezi řidičem – vozidlem – komunikací – dopravní situací a účastníky provozu na pozemních komunikacích.

Co se týká stavu vozového parku české republiky, tak jde o směs vozidel rozdílného stáří s propastnými rozdíly ve výbavě. Vedle luxusních vozidel vybavených nejmodernějšími komfortními a bezpečnostními systémy, které využívají nejmodernější technologie, se setkáváme se stále velkým počtem vozidel, která nedisponují ani základními prvky pasivní bezpečnosti, jako je například airbag. Sřet takových dvou vozidel znamená jednoznačně větší šanci na přežití pro řidiče luxusního vozidla, jehož prvky pasivní bezpečnosti jsou schopny řidiče ochránit. Také účinnost systémů u nově vyráběných vozidel je na vyšší úrovni ve srovnání se starším vozidlem. A tak by se dalo pokračovat dále.

Nedílnou součástí provozu na pozemních komunikacích jsou chodci, cyklisté a motocyklisté. Tedy osoby, které při své účasti na provozu na pozemních komunikacích nejsou nijak chráněni, ve smyslu deformačních zón vozidla a prvků pasivní bezpečnosti.

2. Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích

V provozu na pozemních komunikacích dochází k přímé konfrontaci, a to ve vztahu člověk – člověk, člověk – technika a člověk – prostředí.

2.1. legislativa

Člověk versus člověk je problém stejně starý jako lidstvo samo. Člověk pro svůj život, pro své jednání potřebuje určité mantinely, pravidla hry. Nejinak tomu je v problematice provozu na pozemních komunikacích, kde se denně střetávají lidé rozdílných společenských postavení, smýšlení, nálad apod. Jde ale o jedno, vyjet a dojet a to nejen bez újmy na svém vlastním zdraví, ale i na zdraví ostatních lidí.

Právní normou pro provoz na pozemních komunikacích je zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a úprava a řízení provozu na pozemních komunikacích.

Zákon upravuje práva a povinnosti účastníků provozu na pozemních komunikacích podle zvláštního právního předpisu (dále jen „pozemní komunikace“),

pravidla provozu na pozemních komunikacích, úpravu a řízení provozu na pozemních komunikacích, řidičská oprávnění a řidičské průkazy a vymezuje působnost a pravomoc orgánů státní správy a Policie České republiky (dále jen „policie“) ve věcech provozu na pozemních komunikacích. [9]

Jde o obecné pokyny a v o pravidla slušného chování, uvědomování si jeden druhého a vzájemného respektu.

Kromě zákona č. 361/2000 Sb., existuje celá řada právních norem týkající se silniční dopravy. Vyjmenujme alespoň ty nejčastěji citované, zákon č.247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů.

Dále existuje celá řada vyhlášek, které provádějí výše uvedené zákony.

2.2. zásady bezpečné jízdy

Řízení motorových vozidel se ve stále sílícím provozu stává čím dál tím více náročnější činností. Většina zvýšených nároků a plná odpovědnost je přitom kladena právě na řidiče vozidla. Přitom právě lidský faktor má na vzniku dopravních nehod největší podíl. Řidič vozidla v provozu na pozemních komunikacích bývá velmi často vystaven situacím, které musí být schopen vyřešit. Jedná se o situace, které lze v provozu předvídat, ale i situace, do kterých se může dostat ve velmi malém časovém okamžiku. Dochází zde také k přímé konfrontaci člověka a techniky, respektive člověka a fyzikálních zákonů.

Již v hodinách autoškoly jsou žáci teoreticky připravováni na situace, do kterých se budou v provozu dostávat a nejen to, jsou vyučováni a v praktických jízdách cvičeni, jak následné situace správně zvládnout i prakticky.

Zásady bezpečné jízdy představují uvědomování si několika velice důležitých pravd o chování vozidla, člověka a platnosti fyzikálních zákonů v provozu vozidla po

pozemních komunikacích. Při rozboru této problematiky je pozornost věnována zejména těmto elementům:

- technický stav vozidla
- brzdná dráha vozidla
- reakční doba řidiče
- schopnosti řidiče
- dodržování bezpečné vzdálenosti mezi za sebou jedoucími vozidly
- jízda v zimě a při zhoršených povětrnostních podmínkách
- jízda v noci a za snížené viditelnosti
- jízda zatáčkou a chování vozidel přetáčivých a neotáčivých
- předvídavost, ohleduplnost a defenzivní způsob jízdy
- vlivy působící na výkonnost řidiče

Podívejme se na jednotlivé body podrobněji:

2.2.1. Technický stav vozidla

I když statistiky ukazují, že počet nehod, které byly způsobeny špatným technickým stavem je relativně málo, má technický stav vozidla velký vliv na bezpečnost jízdy. § 5, odst. 1, písmeno a zákona 361/2000 Sb., ukládá řidiči povinnost užít vozidlo, které splňuje technické podmínky stanovené zvláštním právním předpisem. Tímto právním předpisem je zák. č 56/2001 Sb.

Obecně lze říci, že bezpečná jízda je možná pouze s vozidlem, které je v perfektním technickém stavu.

2.2.2. Brzdná dráha vozidla

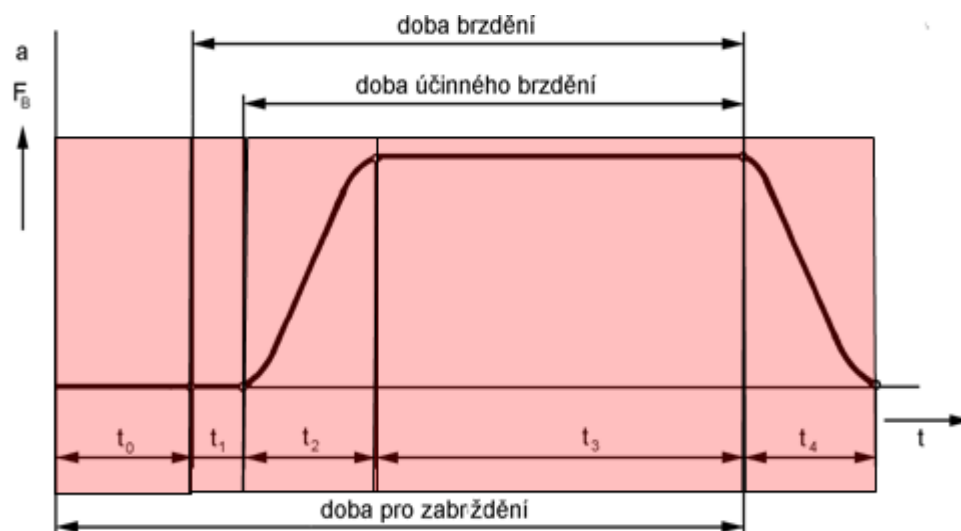
Celková doba brzdění, která je potřeba od okamžiku, kdy zjistíme, že jsme nuceni zastavit, až do úplného zastavení vozidla se skládá z doby reakce a z doby brzdění, při nichž vozidlo ujede určitou vzdálenost.

Brzdy ve skutečnosti nepůsobí od počátku brzdného procesu. Čas a dráha se skládají z několika odlišných úseků.

Dobu potřebnou pro brzdění lze rozdělit do 5 částí:

- reakční doba řidiče (t_0) – doba od okamžiku, kdy řidič dostal popud brzdit do okamžiku, kdy začne působit na pedál brzdy. Je závislá na schopnostech, věku, zkušenostech, momentální tělesné a duševní kondici. Pohybuje se v rozmezí 0,3 – 1,8 sekundy, ale může být vlivem okolností i podstatně delší. U průměrného řidiče je asi 0,8 sekundy.
- reakční doba brzd (t_1) – doba od okamžiku, kdy začíná řidič působit na pedál provozní brzdy do okamžiku, kdy se projeví účinek brzd. Jde o vymezování vůlí v brzdové soustavě a šíření tlaku brzdové kapaliny. Je závislá na rychlosti sešlapávání pedálu brzdy a na druhu ovládacího ústrojí. U kapalinových brzd tato doba činí rozmezí mezi 0,05 – 0,1 sekundy. U přetlakových brzd jde o rozmezí 0,2 – 0,5 sekundy.
- náběh brzdění (t_2) – jedná se o dobu, kdy začnou brzdy působit do okamžiku dosažení plného účinku. Je závislá na rychlosti sešlápnutí pedálu brzdy, druhu brzd, velikosti požadovaného zpomalení. Při rychlém sešlápnutí se jedná o hodnoty 0,1 – 0,3 sekundy u kapalinových brzd, 0,5 – 1 sekunda u přetlakových brzd, 2 – 3 sekundy u přetlakových brzd vícenápravových vozidel.
- doba plného brzdění (t_3) – doba od okamžiku, kdy brzdy dosáhnou plného účinku do okamžiku přerušení brzdění.
- doběh brzdění (t_4) – jde o vytváření vůlí v brzdové soustavě. U kapalinových brzd se hodnoty pohybují v rozmezí 0,2 – 0,3 sekundy, u přetlakových brzd je to 1,5 – 2,0 sekundy.

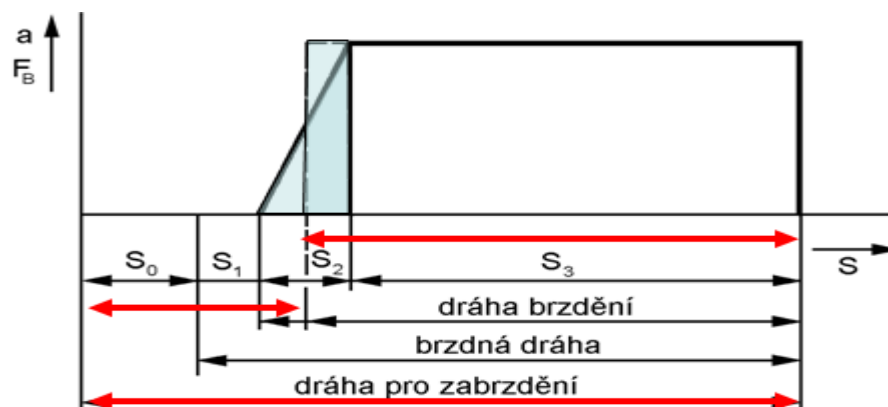
..



Obr. 1 – Celková doba pro zabrzdění [5]

Během jednotlivých časových úseků ujede vozidlo odpovídající dráhy. Dráha potřebná pro zastavení se skládá:

- dráha během reakční doby řidiče (S_0)
- dráha během reakční doby brzd (S_1)
- dráha během náběhu brzdění (S_2)
- dráha během doby plného brzdění (S_3)
- doběh brzdění (S_4) – uvažuje se pouze při zpomalení vozidla, nikoliv při zastavení. [5]



Obr. 2 – Celková dráha pro zabrzdění [5]

Samotná brzdná dráha je dráha vozidla ujetá během doby brzdění, jestliže vozidlo bylo brzděno až do zastavení. Délka brzdné dráhy závisí především na rychlosti

jízdy, povrchu vozovky, podélném sklonu vozovky, druhu a stavu pneumatik a brzd a povětrnostních podmínkách. § 18 odst. 1 ukládá řidiči povinnost přizpůsobit rychlost jízdy, mimo jiné, povětrnostním podmínkám a jiným okolnostem, které je možno předvídat; smí jet jen takovou rychlostí, aby byl schopen zastavit vozidlo na vzdálenost, na kterou má rozhled. Je potřeba si uvědomit, že dvojnásobná rychlost znamená až čtyřikrát delší brzdou dráhu.

Důležitým faktorem jsou povětrnostní podmínky, které velkou měrou ovlivňují stav vozovky a tím i délku brzdě dráhy. Na zledovatělé vozovce je brzdě dráha mnohem delší než na vozovce suché a čisté. Příklady brzdě dráhy při určitých rychlostech vzhledem ke stavu vozovky jsou uvedeny v následující tabulce.

Rychlost vozu	Reakční dráha	Brzdě dráha	Dráha zastavení
Suchá silnice			
50 km/h	14 m	14 m	28 m
60 km/h	17 m	20 m	37 m
80 km/h	22 m	35 m	57 m
Mokrě silnice			
50 km/h	14 m	19 m	33 m
60 km/h	17 m	28 m	45 m
80 km/h	22 m	49 m	71 m
Náledí			
50 km/h	14 m	64 m	78 m
60 km/h	17 m	93 m	110 m
80 km/h	22 m	165 m	187 m

Tabulka 1 – Příklady brzdě dráh [6]

2.2.3. Reakční doba řidiče

Postřeh a reakce řidiče závisí zejména na věku, zkušenostech, momentální tělesné a duševní kondici, ale především na míře soustředění, s jakou se věnuje řízení. Reakce řidiče, který se plně nevěnuje řízení a jehož pozornost je rozptýlena činnostmi, které nesouvisí s provozem na pozemních komunikacích, je ve srovnání se soustředěným řidičem, který se plně věnuje řízení a situaci v provozu, v průměru o jednu sekundu delší. Za tak krátkou dobu ujede například vozidlo při rychlosti 90 km/h

vzdálenost 25 metrů. Reakční doba řidiče má velký vliv na celkovou brzdnou dráhu vozidla.

Stav řidiče	Reakční doba (s)	Ujetá dráha (m) při 90 km/h
pozorný, připravený brzdít	0,6 - 0,7	15 - 17,5
pozorný, neočekává nebezpečí	0,7 - 0,9	17,5 - 22,5
soustředěný na jinou činnost (čtení značek)	1,0 - 1,2	25 - 30
nepozorný, komunikuje se spolujezdcem	1,4 - 1,8	35 - 45
indisponovaný (únava, nemoc alkohol, drogy)	1,6 - 2,4	40 - 60

Tabulka 2 – Příklady reakčních dob řidiče [8]

2.2.4. Schopnosti řidiče

Řidič je povinen za zákona, mimo jiné, přizpůsobit jízdu svým schopnostem. Ty velice často bývají přeceňovány a dochází tak k následnému nezvládnutí situace, což má za následek vznik rizikové situace.

2.2.5. Dodržování bezpečné vzdálenosti mezi za sebou jedoucími vozidly

Zkušeni řidiči dodržují bezpečnou vzdálenost za vozidly jedoucími před nimi a dostatečný boční odstup od vozidel jedoucích vedle nich. Při nedodržování bezpečné vzdálenosti mezi za sebou jedoucími vozidly nezbyvá řidiči dostatek času na vyhodnocení situace a na bezpečné zastavení. Jízda s nedostatečným odstupem za rozměrným vozidlem zbavuje řidiče možnosti předvídat vývoj situace.

Bezpečná vzdálenost je taková, která umožňuje řidiči při dané rychlosti bezpečně zastavit vozidlo. Při různých rychlostech je tato vzdálenost různá. Platí zde

pravidlo minimálního rozestupu „dvou vteřin“. Při jízdě v dešti, na sněhu, na náledí, při zhoršených povětrnostních podmínkách a za snížené viditelnosti je potřeba dodržovat větší rozestupy mezi vozidly.

2.2.6. Jízda v zimě a při zhoršených povětrnostních podmínkách

Jízda v zimě na zasněžené nebo zledovatělé vozovce je pro řidiče specifická. Sníh a náledí nepříznivě ovlivňují jízdu. Těmto okolnostem musí řidič přizpůsobit své chování, zejména rychlost jízdy a rozestupy mezi vozidly. Mezi základní povinnosti řidiče v těchto podmínkách patří včasné předvídání možnosti vzniku krizových situací vzhledem k delší brzdě dráze, dále je potřeba, aby řidič správně brzdil, vedl lehce vozidlo a dbal na jeho dobrou stabilitu. Jízda za těchto podmínek se pro řidiče stává i psychicky náročnou, proto je potřeba jízdu častěji přerušovat, aby schopnosti řídit vozidlo nebyly sníženy únavou. Jízdě na náledí je nejlépe se vyvarovat, neboť je velmi nebezpečná a nepomůže ani sebelepší vybavení vozidla.

I při jízdě za mokra a v dešti je potřeba dbát zvýšené opatrnosti. Je potřeba si uvědomit, že mokrá vozovka snižuje přilnavost pneumatik a prodlužuje brzdovou dráhu. Čím větší množství na vozovce leží, tím více hrozí nebezpečí vzniku aquaplaningu, kdy pneumatiky nekontrolovatelně kloužou po vodním polštáři bez kontaktu s vozovkou. V dešti se zhoršuje výhled z vozidla a zároveň i odhad vzdálenosti od vozidel jedoucích před námi. Je potřeba dodržovat větší rozestupy mezi za vozidly. Důležitou roli také hraje druh povrchu vozovky. Brzdná dráha na mokré dlážděné vozovce je delší než brzdná dráha na mokré asfaltové vozovce.

2.2.7. Jízda v noci a za snížené viditelnosti

Snížená viditelnost je taková viditelnost, kdy účastníci provozu dostatečně nerozeznávají jiná vozidla, osoby, předměty na pozemní komunikaci. Je to doba od soumraku do svítání, za mlhy, sněžení, hustého deště, v tunelu apod. Jedoucí vozidlo musí mít za jízdy při snížené viditelnosti rozsvícena předepsaná osvětlení. Je potřeba si uvědomit, že za jízdy při snížené viditelnosti se účastníci provozu na pozemních komunikacích stávají pro sebe navzájem hůře viditelní, dopravní značky jsou vidět z kratší vzdálenosti a taktéž je velmi obtížné sledovat povrch vozovky.

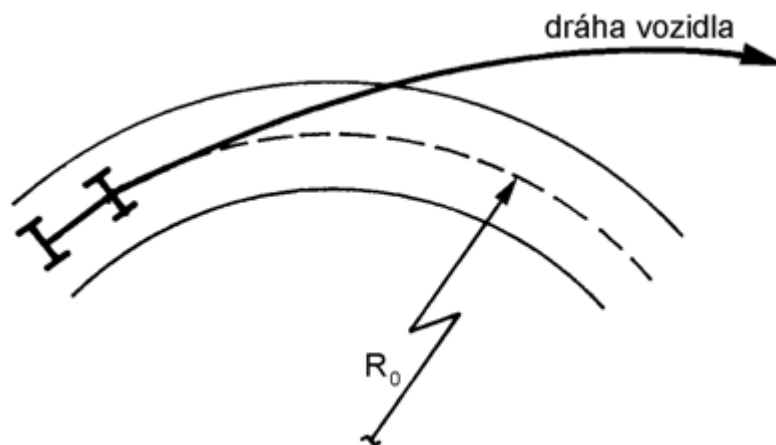
Potkávací světla osvětlují vozovku před námi přibližně v polovičním rozsahu než světla dálková. Aby mohl řidič bezpečně zastavit, musí volit rychlost jízdy vzhledem k rozhledovým podmínkám a dále je potřeba zapojit prvek předvídavosti.

Jízda v mlze je náročná nejen na zrak řidiče, ale i na jeho psychiku. Jeho zrak je namáhán výrazně zhoršenými podmínkami vidění. Zvýšená pozornost je nutná ke včasnému rozeznání ostatních účastníků provozu na pozemních komunikacích a neosvětlených překážek, proto jízda v mlze také vyžaduje správný odhad rychlosti vzhledem k daným podmínkám a vzdálenosti vozidel jedoucích před námi a v protisměru.

2.2.8. Jízda zatáčkou a chování vozidel přetáčivých a neotáčivých

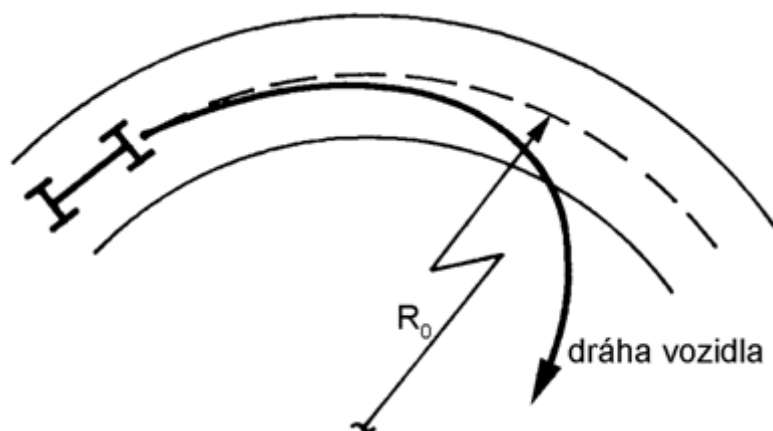
Poloha těžiště automobilu ovlivňuje rozhodující měrou rozdělení zatížení náprav a stabilitu vozidla, především při průjezdu zatáčkou.

Nedotáčivost je případ, kdy vozidlo při průjezdu zatáčkou má tendence vyjždět ze zatáčky.



Obr. 3 – Nedotáčivost vozidla [5]

Přetáčivost je případ, kdy vozidlo při průjezdu zatáčkou zatáčí na menším poloměru.



Obr. 4 – Přetáčivost vozidla [5]

Vozidla nedotáčivá jsou směrově stabilní, zatímco vozidla přetáčivá jsou při překročení tzv. kritické rychlosti směrově nestabilní.

U vozidel s motorem vpředu a poháněnou zadní nápravou se podíl hmotnosti připadající na zadní nápravu zvyšuje při zatěžování kabiny posádkou a zavazadlového prostoru nákladem. U vozidel s pohonem předních kol se naopak podíl zatížení připadajícího na poháněnou nápravu při postupném zatěžování snižuje.

Kola poháněné nápravy v zatáčce přenášejí kromě bočních sil i obvodovou sílu. Mají obecně větší tendenci ke smyku zejména při malém zatížení. Zvětšením zatížení se tato tendence sice vyrovnává, ale na nápravu působí současně větší odstředivá síla. Automobily s pohonem předních kol jsou tak obvykle neotáčivé a vyžadují proto při průjezdu zatáčkou větší natočení řízených kol než odpovídá poloměru zatáčky. Vozidla s motorem vzadu mají naopak přetáčivý charakter. Působení větší odstředivé síly na zadní nápravu je třeba vyrovnávat menším natočením řízených kol.

Kromě polohy těžiště vůči nápravám rozhoduje také jeho výška nad vozovkou. Čím je poloha těžiště vozidla výš tím je vozidlo při průjezdu zatáčkou nestabilnější a řidič musí volit při průjezdu nižší rychlost.

2.2.9. Předvídavost, ohleduplnost a defenzivní způsob jízdy

Cílem každého řidiče a vlastně i posádky je vždy bezpečně dojet. Bezpečný pohyb vozidla v provozu vyžaduje nejen znalost předpisů o provozu na pozemních komunikacích a chování vozidla, ale v neposlední řadě správné vyhodnocení dané situace a schopnost řidiče předvídat chování ostatních účastníků v provozu na pozemních komunikacích. Dodržování zásad defenzivního stylu jízdy umožňuje získat potřebný čas a prostor pro správné rozhodování a správnou reakci na dopravní situace. Skutečně dobrý řidič umí mnohem víc než tlačit na pedál k podlaze, a to totiž dokonale vyhodnocovat situaci v provozu, předvídat jednání ostatních účastníků a být připraven na ně včas reagovat.

V neposlední řadě patří mezi prvky defenzivního stylu jízdy připravenost na situaci, kdy sice pravidla hovoří v náš prospěch, ale z důvodu zabránění případného střetu ustoupíme jinému účastníku provozu.

Předvídavost je jedna z vlastností, která kromě jiného, dělá z motoristy dobrého řidiče a v případě, že se jedná o předvídavost vůči ostatním účastníkům provozu i do jisté míry eliminaci počtu možných dopravních nehod.

2.2.10. Vlivy působící na výkonnost řidiče

Řízení motorového vozidla je složitý komplex vědomě i podvědomě probíhajících pochodů a pohybů, kterými je ovládán dopravní prostředek. Klade na řidiče i jeho schopnosti nároky, jejichž rozsah je závislý především na momentálních podmínkách v provozu. Relativně malé nároky jsou na přehledné, málo frekventované a dobré vozovce, vyšší např. při jízdě v mlze, na kluzké pozemní komunikaci, v dopravní špičce na dálnici nebo v městském provozu a ještě vyšší při vzniku rizikových situací. Z toho vyplývá, že řidič musí mít i při momentálně málo náročných dopravních podmínkách vždy určitou rezervu schopností, aby mohl v co nejkratším čase správně vyřešit vzniklé dopravní situace. Pokud tuto rezervu nemá nebo ji není schopen řidič využít, neměl by řídit vozidlo, neboť hrozí nebezpečí dopravní nehody při náhle vzniklé kritické situaci.

Schopnost k řízení vozidla se neustále mění, kolísají od hodiny k hodině, mění se v průběhu jízdy a může dojít k jejich poklesu natolik, že na určitou dobu vylučují

bezpečnou jízdu. K tomu dochází z různých příčin. Nejdůležitější jsou uvedeny v § 5 zákona č. 361/2000 Sb. Je zde však i mnoho dalších příčin, které si řidič často ani neuvědomí a které mohou jeho schopnost k tak náročné činnosti, jakou řízení vozidla bezesporu je, podstatně ovlivnit. Pokud pak dojde k působení více takových vlivů najednou, hrozí velmi akutní nebezpečí vzniku dopravní nehody. Jedná se především o spánek, meteorologické vlivy, stav zraku, zdravotní stav a v neposlední řadě věk řidiče.

2.3. Psychologie řidiče

V systému člověk – prostředí – vozidlo – dopravní cesta – sociální dopravní struktura hraje ústřední roli člověk v roli řidiče. I když člověk řídí vozidlo výkonné či méně výkonné, technicky kvalitní, s dobrou aktivní i pasivní bezpečností a pohybuje se po přiměřené dopravní cestě, v hustém provozu ve městě i mimo město, za příznivých nebo nepříznivých povětrnostních podmínek, ve dne nebo v noci, vždy je to on, který nese odpovědnost za sebe, za jízdu i za ostatní účastníky v provozu.

Odpovědnost je považována za citový vztah a akt vůle. Znamená to počítat při řízení se vším – s mlhou, mrazem, vedrem, s ostatními řidiči, kteří jedou za námi, před námi, vedle nás, v protisměru, uvědomovat si fakt, že každý je jiný, že se setkáváme s řidiči slušnými, předvídavými, ohleduplnými, ale i s poplety, nešiky, řidiči se sobeckými ambicemi, s řidiči považující sami sebe za závodníky apod. Poznáváme, že identifikace s rolí řidiče se stává pro někoho problémem. Každá role spojená s určitou činností vyžaduje v zájmu odpovědného naplnění osobitý soubor, který představuje vedle zdravé především vlastnosti, schopnosti, znalosti, dovednosti, mravní předpoklady i motivaci k tomu, co právě děláme.

V osobnosti bezproblémového řidiče a účastníka provozu hraje hlavní roli vyrovnaná struktura, emotivní stabilita, přizpůsobivost, sebeovládání, přiměřená sebedůvěra, odolnost vůči stresu, svědomitost a spolehlivost. Neopomenutelné jsou sociální vlastnosti, např. altruismus vyjádřený snahou myslet na ostatní a předvídat jejich chování. [3]

Za podstatné se považují zdravotní a duševní způsobilost a momentální tělesný a duševní stav. K neméně důležitým složkám patří úroveň sensorických vlastností, bezprostředně spjatých s duševními procesy a funkcemi, např. vnímáním, bdělostí,

pozorností, psychomotorickou koordinací, a také kvalitou schopností, např. inteligence, myšlení, paměť, koncentrace, reagování. [3]

Komplexní kapacitu člověka pro činnost řidiče tvoří:

- zdravotní stav;
- osobnostní vlastnosti;
- schopnosti;
- dovednosti;
- znalosti a zkušenosti;
- morální vlastnosti. [3]

Každý z uvedených bodů zahrnuje specifické komponenty, které zrcadlí nároky na činnost řidiče, v souhrnu vytvářejí dopravní charakter.

Zdravotní stav vyžaduje zejména vyšší kvalitu smyslových orgánů – zejména zraku.

Z osobnostních předpokladů dominuje přizpůsobivost ve smyslu rychlé a správné reakce na dynamickou a proměnlivou dopravní situaci a emoční vyrovnanost s neustálou sebekontrolou.

Ze schopností je nejdůležitější koncentrace pozornosti, a to především její intenzita, stálost, rozdělení i výběrovost a schopnost správně a rychle vnímat, hodnotit, rozhodovat a reagovat.

Z dovedností zde hraje významnou roli psychomotorika a koordinace pohybů.

Znalosti a zkušenosti umožňují v závislosti na situaci oddělit podstatné od méně podstatných a nepodstatných podnětů a zachovávat předepsané dopravní normy.[3]

Morální vlastnosti naplňují sociální roli řidiče – sebekázeň, respektování pravidel provozu, dodržování zásad slušného chování, pomoc v nouzi, ohleduplnost, snášlivost apod.

Pokud jedna nebo více výše zmíněných položek u člověka chybí nebo je vážněji narušena, je jeho dopravní způsobilost ohrožena a člověk zpravidla v provozu selhává.

Soubor osobnostních komponent tvoří základ dopravního charakteru, z něhož se odvozuje dopravní chování. Dopravní charakter má svoji specifiku a vyjadřuje určitý, obvyklý způsob jednání řidiče při řízení. Z poznání charakteru lze odvodit předpokládané chování a naopak, z chování lze soudit na předpokládaný charakter. [3]

Zatímco kvalita dopravního charakteru je svázána s jednotlivými složkami osobnosti – vlastnostmi a schopnostmi, dovednostmi, znalostmi a zkušenostmi, dopravní chování má sociální i situační dimenzi a je podmíněno dopravním prostředím s jeho formálními (právními) a neformálními formami. [3]

Na silnici se můžeme setkat s dopravním chováním, které lze rozdělit do čtyř následujících skupin:

- v souladu s formálními pravidly a s normami sociálně – psychologickými, např. řidič jede v souladu s předpisy a chová se k druhým řidičům slušně a tolerantně; [3]
- shodné s formálními pravidly, ale odlišné od sociálně – psychologických norem, což znamená, že řidič dodržuje pravidla o provozu na pozemních komunikacích, ale prosazuje se, neuvolní místo v koloně řidiči, který se potřebuje zařadit;
- odlišující se od formálních pravidel, ale vyhovující pravidlům neformálním, např. když řidič nedbá některých předpisů a chová se spíše podle zkušeností, které v momentální dopravní situaci může bez rizika uplatnit; [3]
- odlišné od obou uvedených norem, což znamená, že řidič většinou nedodržuje předpisy ani nedbá dopravního značení a často jede bez ohledu na ostatní.

Problematické dopravní chování vychází z nesouladu mezi formálními a neformálními normami a tento nesoulad souvisí s dopravním charakterem. Konfliktní chování vzniká, jedná – li např. jeden účastník provozu ve shodě s oběma normami a druhý pouze s jednou. Hlavní úlohu zde opět sehrávají povahové vlastnosti.

Egocentrický a lehkomyšlný řidič bude mít sklon k nedodržování předpisů, ačkoliv je zná, zatímco odpovědný, tolerantní řidič je bude respektovat. Ten uvolní např. agresivnímu řidiči prostor, aby se mohl po rizikovém manévru zařadit. [3] Řidič dodržující předpisy, ale ne však sociálně – psychologicky zralý, mu prostor v koloně neuvolní, nejen proto, že mu jde o dodržování předpisů, ale také proto, že vyžaduje totéž jednání od ostatních a má za to, že řidiče, který nedbá norem, má stihnout trest.

Klíčová zůstává osobnost jako soubor psychosomatických vlastností a schopností člověka v kontextu s prostředím a situací. Struktura osobnosti obsahuje temperament (dynamičnost, emocionalita, prožívání), motivaci (pohnutky chování, potřeby, zájmy, hodnoty), schopnosti (obecné, schopnosti, inteligence, talent, paměť), charakter (morální, volní vlastnosti, vztah k sobě, k ostatním, k hodnotám). Vlastnosti osobnosti se projevují v relativně ustáleném stylu chování a reagování jednotlivce v běžných a zátěžových podmínkách. [3]

Samotné vlastnictví automobilu může také do jisté míry také formovat chování. Majitel moderního, výkonného vozu se chce cítit silnějším, sebevědomějším a neomezenějším ve srovnání s vlastníky malých vozidel. Volí např. razantní a svižný styl jízdy. Zakomplexovaným jedincům s nekritickými postoji, kteří si vynucují přednost všude a převahu nade všemi, takový vůz umožní uspokojit např. mocenské fantazie a poslouží jako nástroj moci. [3]

Dopravní chování každého účastníka provozu odráží jeho základní osobnostní orientaci, která zaujímá vůči schopnostem nadřazené postavení. Má – li např. osoba s nemorálním vztahem k sociálnímu prostředí výjimečné schopnosti pro řízení, nedovolí mu je využívat jeho disharmonická struktura osobnosti tak, aby v provozu neselhával.

Naopak řidič s harmonicky strukturovanou osobností, se silným sklonem k odpovědnosti, spolehlivosti a svědomitosti, ale s mírně oslabenými schopnostmi selhává v provozu výjimečně, neboť si je vědom svých možností a jezdí ve shodě s nimi.

I když nelze nikdy pominout jedinečnost dopravní situace, prosazují se nejenom ve vyhrocených okamžicích, nýbrž i v běžné dopravní situaci téměř vždy trvalejší osobnostní rysy a schopnosti. [3]

Prožívání a chování ovlivňuje do jisté míry jedinečnost situace, ve které se člověk v provozu momentálně nachází. Reakce na tuto situaci jsou převážně určovány zmíněným zaměřením osobnosti, úrovní schopností, psychosomatickou kapacitou i aktuálním duševním a zdravotním stavem.

2.4. Příčiny a následky dopravních nehod

Ročně v české republice dochází k desetitisícům dopravních nehod, jejichž společným jmenovatelem je selhání lidského faktoru – řidiče. Obecně se dá povědět, že jde o nedodržování pravidel o provozu na pozemních komunikacích, nedodržování zásad bezpečné jízdy a selhávání člověka – řidiče ve smyslu jeho osobnostních předpokladů.

Ve snaze eliminovat dopravní nehody a jejich hrozivé statistiky a v zájmu zvyšování bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích byly několikrát novelizovány právní normy, byl zaveden tzv. bodový systém, probíhá osvěta, různé kampaně jako např. „nemyslíš – zaplatíš“ apod. Jak se ale zdá ne vždy nově zaváděná opatření přinášejí potřebné výsledky.

Z policejních statistik vyplývá, že sice došlo k nepatrnému snížení počtu dopravních nehod a snížení počtu úmrtí při dopravních nehodách, ale čísla a skutečnosti jsou stále hrozivé.

V převážné většině případů dochází naštěstí pouze k drobným střetům bez zranění, při nichž dojde jen k pomačkání plechů či plastových nárazníků. Ale i tato skutečnost je mnohdy nepříjemná, neboť dopravní prostředek se pro mnohé stává zdrojem obživy nebo je nezbytný k dopravení do zaměstnání nebo do školy.

Rok	Počet usmrcených do 24 hodin	Počet nehod	Při kolikáté dopravní nehodě došlo k usmrcení	Hlavní opatření
1993	1 355	152 157	112,22	
1994	1 437	156 242	106,07	
1995	1 384	175 520	126,82	
1996	1 386	201 697	145,52	Zákon č. 12/1997 Sb., o bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích – „Překlenovací zákon“
1997	1 411	198 431	140,63	Zavedení nejvyšší dovolené rychlosti 50 km/h v obci (vyhláška 147/2007 Sb.)
1998	1 204	210 138	174,53	
1999	1 322	225 690	170,71	
2000	1 336	211 516	158,32	Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů – změna v povinnosti hlášení nehod (hmotná škoda nad 50 000,- Kč), dále mimo jiné: <ul style="list-style-type: none"> • Bodový systém hodnocení řidičů • Celodenní svícení i za nesnížené viditelnosti • Dětské zadržné systémy s výjimkou • Vyšší tresty za dopravní přestupky
2001	1 219	185 664	152,31	
2002	1 341	190 718	141,22	
2003	1 319	195 851	148,48	
2004	1 215	196 470	161,70	Národní strategie bezpečnosti silničního provozu Zahájení projektu The Action
2005	1 127	199 262	176,81	
2006	956	187 965	196,62	Zákon č. 411/2006 Sb. novelizující zákon č. 361/2000 Sb. <ul style="list-style-type: none"> • Konec výjimek na dětské zadržné systémy Pokračování The Action
2007	1 123	182 736	162,72	<ul style="list-style-type: none"> • Kampaň „Domluvme se!“ • The Action
2008	985 – předběžná data	159 990 předběžná data	162,42	<ul style="list-style-type: none"> • Kampaň „Nemyslíš - Zaplatíš!“ • The Action • „Domluvme se!“

Zdroj: Besip

Tabulka 3 – vývoj nehodovosti samostatné ČR [6]

3. Bezpečnostní systémy používané ve vozidlech

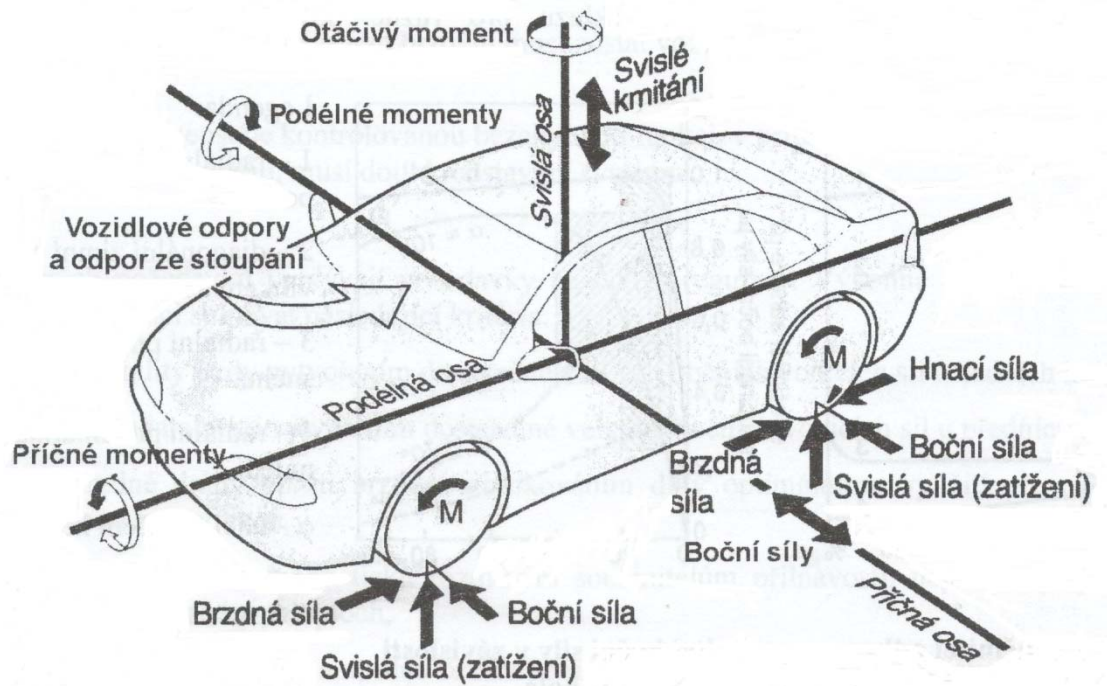
Vzhledem ke zvyšování výkonu a rychlosti vozidel, k rostoucí hustotě provozu a náročnosti konečného článku – řidiče, jsou kladeny podstatně vyšší nároky na zvyšování úrovní zejména prvků aktivní bezpečnosti. Vedle prvků aktivní bezpečnosti rozeznáváme ještě prvky pasivní bezpečnosti.

- aktivní bezpečnost – opatření u vozidla, která mají zabránit vzniku dopravní nehody. Do této skupiny patří zejména brzdové systémy (ABS, ASR, ESP), dynamika jízdy, zrychlení, výhled a osvětlení, ovladatelnost, komfort (ACC), akustika, klima vnitřního prostoru.
- pasivní bezpečnost – opatření u vozidel, která mají snížit následky nehod. Jedná se zejména o ochranu ostatních účastníků v provozu a ochranu cestujících (prostor pro cestující, deformační zóny, systémy pro upoutání, bezpečnostní řízení, sedadla, přizpůsobení prostoru pro cestující).

Mezi hlavní prvky aktivní bezpečnosti patří především brzdový systém vozidla, na který jsou, zejména k vyšším rychlostem vozidel, kladeny stále vyšší požadavky. Vývoj v oblasti brzdových systémů vede k vysoce výkonným a spolehlivým zařízením, která na jedné straně umožňují vyvíjet velký brzdný účinek, ale současně jsou schopna reagovat na měnící se adhezní podmínky zejména v kritických jízdních situacích (mokrá nebo namrzlá vozovka, prudká reakce řidiče vyvolaná neočekávanou překážkou). [2]

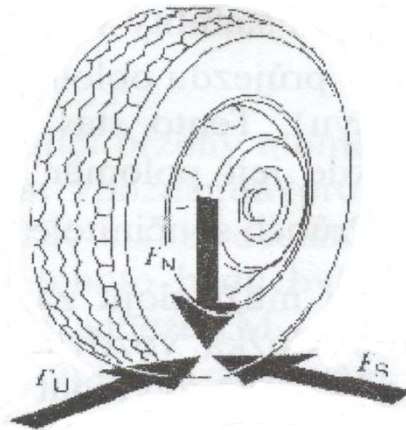
Při brzděním působí na vozidlo značné síly. Velikost těchto sil závisí na rychlosti pohybujícího se vozidla. Tyto síly působí v jednotlivých působíštích a to prostřednictvím kol (v čepech kol a ve styku kol s vozovkou) a přímo na vozidlo (síly v těžišti, v aerodynamickém středu, v závěsu pro přívěs). Na vozidlo působí vyvíjená brzdná síla. Svislá síla se součinitelem adheze zajišťuje adhezní přenos. Dále na vozidlo působí dynamické síly a podélné a otáčivé momenty, které při brzděním vznikají.

Za jízdy působí na vozidlo resp. na kolo vozidla síly jak v podélném směru F_U , tak v příčném směru F_S . Brzdná síla F_U , která je statickou třecí silou mezi pneumatikou a vozovkou, je závislá na normálové (svislé) síle F_N a součiniteli adhezního tření μ , který není konstantní, ale závisí na řadě faktorů. [2]



Obr. 5 – Síly působící na vozidlo [2]

Adheze představuje zvláštní stav statického tření mezi kolem a vozovkou. Tato statická třecí síla určuje velikost přenášené síly při brzdění a akceleraci. Součinitel adheze závisí na skluzu kola a na povrchu vozovky. Součinitel adheze poměrně rychle narůstá se skluzem a to do určité kritické hodnoty, odkud se jeho hodnota snižuje. Tento bod rozděluje průběh na oblast stabilní a oblast nestabilní. Při brzdění se nesmí hodnoty dostat do nestabilní oblasti. Dojde – li k překročení meze adheze, přechází statické adhezní tření na tření fyzikální, jehož součinitel je podstatně menší. Při brzdění nastává stav, kdy se kolo dostává do skluzu, což znamená, že vektor rychlosti posuvného pohybu je větší než vektor obvodové rychlosti. Situace je navíc komplikovaná při jízdě vozidla v oblouku, kdy na vozidlo navíc působí síla od příčného zrychlení, které vyvolává sílu F_s , která z hlediska zachování stability vozidla musí být také zachycena adhezí v příčném směru. Má – li být při průjezdu vozidla obloukem dosaženo směrové stability, musí dojít ke snížení síly F_U .



Obr. 6 – Síly působící v místě styku kola a vozovky [2]

V praxi dochází při brzdění v kritických jízdních situacích k blokování kol. Příčinou může být mokrá nebo kluzká vozovka nepředvídaná reakce řidiče při náhlé překážce. Proto bylo potřeba vyvinout účinný systém, který by při těchto kritických situacích zajistil maximální bezpečnost bez ohledu na řidičovu reakci a tak omezil možnost ohrožení bezpečnosti provozu.

Úkolem moderních brzdných systémů je sledovat a hlídat stav stabilní oblasti při proměnlivém součiniteli adheze a zabránit přechodu do nestabilní oblasti, kdy by docházelo k zablokování kol. Toto hlídání je prováděno technicky pomocí elektroniky.

Mezi asistenční systémy (prvky aktivní bezpečnosti) patří zejména:

- proti blokovací systém ABS
- protiprokluzová regulace ASR
- elektronická stabilizace jízdy ESP
- brzdový asistent
- elektrohydraulický brzdový systém SBC

Mezi prvky zajišťující komfort a zároveň bezpečnost jízdy patří mj.:

- adaptivní přizpůsobení rychlosti jízdy podle dopravní situace ACC
- elektronické řízení klimatizace

Prvky pro zvýšení pasivní bezpečnosti

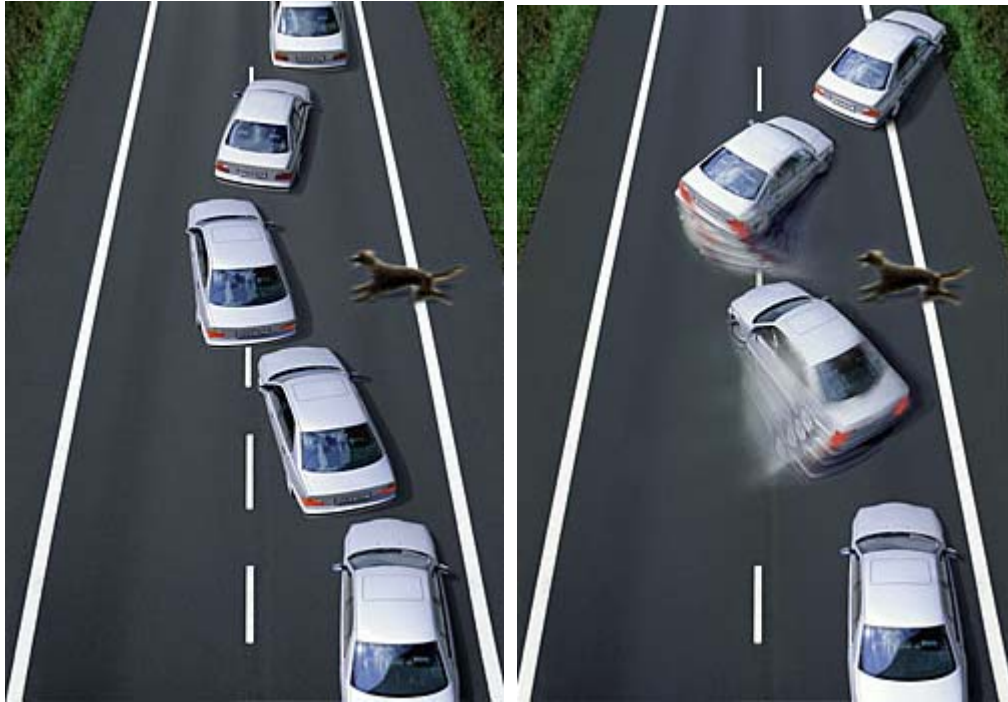
- airbag a bezpečnostní pásy

3.1. Proti blokovací systém ABS

System ABS je jedním ze základních prvků aktivní bezpečnosti vozidla. Svoji funkcí má zabránit zablokování kol při brzdění, a tím i ke ztrátě adheze mezi kolem a vozovkou. Díky systému ABS zůstává vozidlo říditelné i při prudkém brzdění.

Konstrukce systému ABS musí z hlediska stability jízdy a ovladatelnosti vozidla splňovat následující podmínky:

- Při brzdění musí plně využívat součinitele adhezního tření mezi vozovkou a pneumatikou bez ohledu na to zda řidič sešlápně pedál brzdy pomalu nebo rychle.
- Regulace brzdění musí zajistit stabilitu a říditelnost vozidla při všech jízdních poměrech.
- Regulace brzdě síly musí pracovat v celé rychlostní oblasti od minimální až po maximální rychlost.
- Regulace brzdění se musí rychle přizpůsobit adhezním změnám vozovky, přičemž musí být přilnavost pneumatiky využita pro suchou vozovku v plné míře, pro kluzkou vozovku musí být omezena na její odpovídající stav.
- Při brzdění vozidla na vozovce s různou adhezí vznikají na jednotlivých stranách vozidla tzv. gyroskopické momenty, způsobující otáčení vozidla v příčném směru. System musí být schopen vznik a zvětšování momentu omezit.
- Při průjezdu zatáčkou a současném brzdění musí zůstat vozidlo směrově stabilní a říditelné s co nejkratší brzdnou dráhou.
- Bezchybná funkce systému musí být neustále kontrolována a v případě odhalení závady, která ohrožuje průběh brzdění, musí dojít k odstavení systému.



Obr. 7 - Úhybný manévr vozidla s ABS a bez ABS [4]

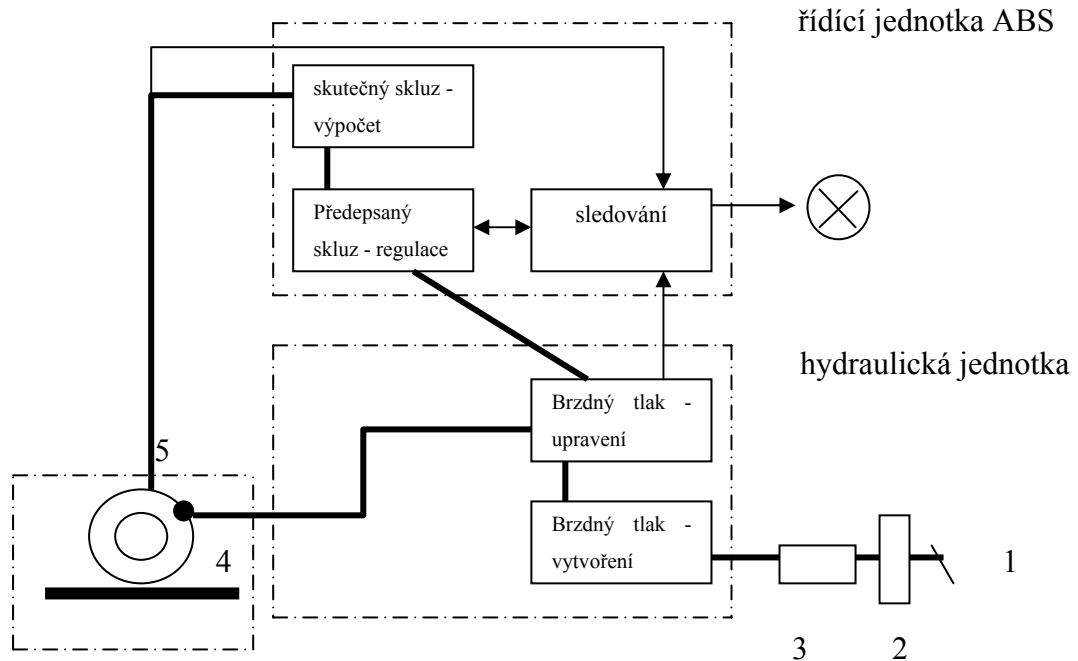
3.1.1. Funkce regulace ABS

Výkonné proti blokovací systémy musí pro kvalitní regulaci splňovat určitá kritéria:

- zachování stability jízdy vytvořením dostatečně velkých bočních vodících sil u zadních kol,
- zachování ovladatelnosti vytvořením dostatečně velkých bočních vodících sil u předních kol,
- zkrácení brzdné dráhy oproti brzdění s blokováním díky optimálnímu využití přenosu síly mezi pneumatikou a vozovkou,
- rychlé přizpůsobení brzdného tlaku rozdílným součinitelům adheze (přejíždění louží, sněhových nebo ledových ploch),
- vysoký komfort dosažený malým zpětným účinkem na pedál (pulzování pedálu brzdy pod nohou řidiče) a nízkou hladinou hluku akčních členů (čerpadlo hydraulické jednotky a elektromagnetické ventily).

Uvedená kritéria lze účinně optimalizovat pouze jako celý komplex, přičemž právě na stabilitu jízdy a ovladatelnost vozidla je kladen nejvyšší důraz.

V první řadě se tedy vyhodnocuje přechod z oblasti užitečného skluzu do oblasti neužitečného skluzu, protože samotnou adhezi nelze přímo technicky vyhodnotit. Konkrétní stav se hodnotí pomocí skluzu z obvodových rychlostí jednotlivých kol. V praxi se používají převážně indukční snímače s pasivním rotorem, v poslední době i s aktivním rotorem.



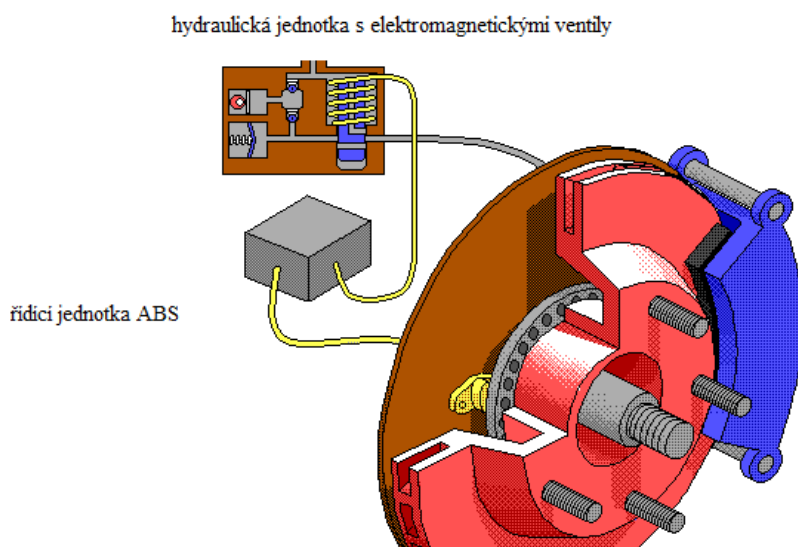
Obr. 8 – Blokové schéma regulace ABS [2]

Brzdový pedál (1) prostřednictvím posilovače (2) a brzdového válce (3) zadává požadovaný brzdný moment a ten je uskutečňován tlakem brzdové kapaliny na brzdový váleček (4). Brzděné kolo je ve fázi zpomalování, přičemž se vyhodnocuje nepřímo jeho skluz. Děje se tak prostřednictvím snímače (5). Skluz je regulační veličinou, která se vyhodnocuje v řídicí jednotce. Dosáhne – li se jeho kritické hodnoty, je potřeba regulační zásah. Dojde k omezení nárůstu tlaku brzdové kapaliny, což je provedeno v hydraulické jednotce elektromagnetickými ventily (uzavře se propojení mezi brzdovým válcem a brzdícím). Hydraulická jednotka je akčním členem, který provádí příkazy z řídicí jednotky prostřednictvím řízeného tlaku. Dojde – li k zablokování kola, obnovuje se stav adheze (přilnavosti).

3.1.2. Technické provedení regulace ABS

Úkolem regulačního systému je vyhodnocovat okamžitý stav a odstraňovat regulační odchylku. Tuto funkci vykonává elektronický systém, který je schopen v reálném čase vyhodnotit nežádoucí jev a prostřednictvím akčních členů provést zásah pro obnovení adhezního stavu.

Proti konvenčnímu systému uspořádání se zde nachází hydraulická jednotka, která zajišťuje regulaci tlaku v brzdících elementech kol a řídicí jednotka ABS. Ta může být součástí hydraulické jednotky nebo je umístěna samostatně. V hydraulické jednotce jsou umístěny elektromagnetické ventily, které otevírají nebo uzavírají vedení brzdové kapaliny mezi hlavním brzdovým válcem a brzdovými válečky kol a zpětným čerpadlem. Provedení hydraulické jednotky se může lišit druhem elektromagnetických ventilů. Používají se třípolohové ventily, které jsou ovládány třemi úrovněmi proudu nebo se můžeme setkat se samostatnými vypouštěcími a napouštěcími elektromagnetickými ventily, kde každý ventil je ovládán samostatně.



Obr. 9 – Uspořádání systému ABS [4]

Podle konstrukce vozidla, počtu a druhu hnací nápravy (přední nebo zadní pohon), požadavků mohou být provedeny různé varianty řešení brzdových okruhů. Každá varianta se pak odlišuje počtem kanálů a snímačů otáček.

3.2. Regulace prokluzu ASR

ASR je protiprokluzový systém, který zajišťuje přenos hnací síly od motoru na povrch vozovky. Kritické jízdní podmínky mohou nastat nejen při brzdění, ale i při rozjezdu vozidla, a to zvláště na povrchu s nízkým součinitelem adheze nebo při velké akceleraci. Kolo začne prokluzovat a nemůže tedy přenášet boční sílu, takže při sebemenším vnějším popudu dochází ke smyku vozidla. Systém ASR pracuje na stejných principech jako systém ABS. Hnací kolo, které se dostává do prokluzu, je potřeba přibrzdit a přizpůsobit hnací moment kola adhezním podmínkám. Systém regulace prokluzu ASR má především za úkol zajistit bezpečnost, stabilitu a říditelnost vozidla při zrychlení na kluzkém povrchu za předpokladu, že nejsou překročeny fyzikální zákony. Protiprokluzová regulace ASR je komplexnější než proti blokovácí regulace a je schopna v podstatně větší míře zajistit jízdní bezpečnost.

Regulace prokluzu ASR musí zabránit protočení kol při rozjezdu nebo zrychlení:

- na vozovce s náledím na jedné nebo obou stranách vozidla, obou zrychlení v zatáčce,
- při jízdě do kopce (u automobilu s pohonem předních kol). [1]

Mimo jiné napomáhá regulace ASR v následujících situacích:

- stejně jako zablokovaná kola mohou prokluzující kola přenášet pouze malé boční síly; vozidlo je nestabilní a jeho záď popř. před vybočuje. ASR udržuje vozidlo pod kontrolou a zvyšuje bezpečnost,
- prokluzující kola vedou k nadměrnému opotřebení pneumatik a hnacího ústrojí (diferenciálu). ASR tyto nežádoucí jevy snižuje,
- ASR má samočinně zasáhnout, kdykoliv to jízdní situace vyžaduje. Z rozdílů prokluzů na hnacích kolech může ASR rozlišovat mezi průjezdem zatáčkou a prokluzem kola. Oproti mechanickému uzavírání diferenciálu nedochází při průjezdu zatáčkou ke „gumování“ kola. Pokud

- řidič prudce akceleruje, nemůže ani závěr diferenciálu zabránit prokluzu kol. ASR samočinně řídí výkon motoru tak, aby kola neprokluzovala,
- řidič získává pomocí kontrolky ASR informace o jízdních podmínkách ležících v oblasti fyzikálních zákonů. [1]

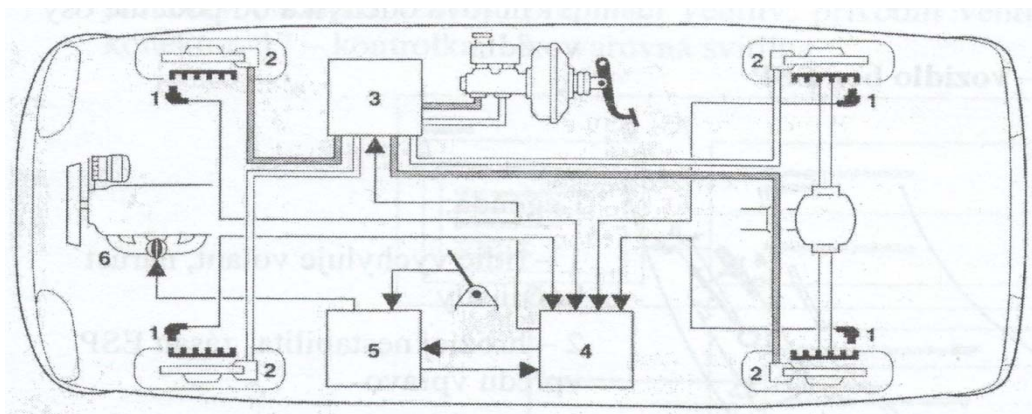
3.2.1. Funkce regulace ASR

Protiprokluzová soustava je řízena elektronicky na základě neustálého porovnávání otáček všech kol automobilu. Rozdíl může být způsoben buď zablokováním, nebo prokluzem některého z nich. Všechny soustavy k tomu využívají snímače otáček kol společných pro systém ABS. Rozdíl je ve funkci, resp. ve způsobu omezování hnacího momentu kola, které začíná prokluzovat. [1]

Řidič při akceleraci zvyšuje točivý moment motoru, tím se současně zvyšuje točivý moment na kolech vozidla. Pohybuje - li se vozidlo po povrchu s vysokým součinitelem adheze, lze vozidlo bez problému zrychlit. Překročí - li tento hnací moment fyzikálně maximální přenositelný hnací moment, který je dán zatížením kola a součinitelem adheze, dojde k prokluzu hnacího kola. Tím se snižuje přenositelná hnací síla a vozidlo je díky ztrátě boční síly nestabilní. ASR sníží prokluz hnacích kol během zlomku sekundy na nejlepší možnou hodnotu. [1]

Zjistí - li elektronická řídicí jednotka na základě snímání otáček hnacích kol vozidla, že některé z nich začíná prokluzovat, zasahuje regulace ASR. Regulace ASR je možná několika způsoby, nebo jejich kombinací:

- motorová regulace (snížení hnacího momentu),
- brzdová regulace (přibrzdování hnacího kola),
- regulace uzavírání diferenciálu. [1]



Obr. 10 – Regulace prokluzu se zásahy do brzdové soustavy a do polohy škrticí klapky: 1- snímače otáček, 2 – brzdy, 3 – hydraulická jednotka ABS/ASR, 4 – řídicí jednotka ABS/ASR, 5 – řídicí jednotka Motronic, 6 – škrticí klapka. [2]

3.3. Elektronická stabilizace jízdy ESP

Při jízdě vozidla existují určité mezní oblasti, kdy se vozidlo stává velmi těžce ovladatelným. Často jsou tyto kritické jízdni situace i zkušenými řidiči nesprávně odhadnuty, a dochází tak například díky silným pohybům volantu ke smyku vozidla. Zvládnout tyto situace pomáhají řidiči systémy regulace dynamiky jízdy. [1]

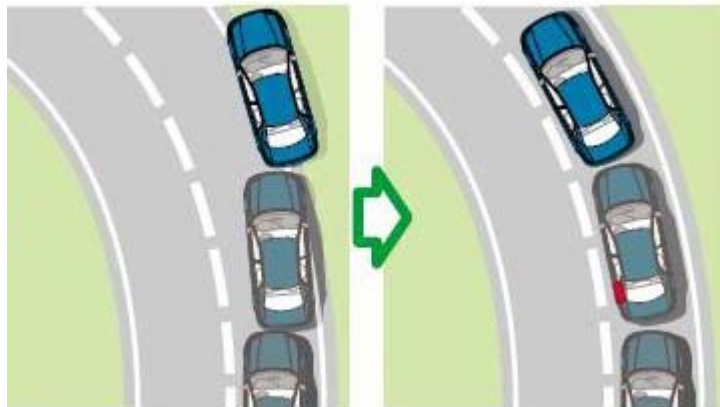
Nejznámějším systémem stabilizace jízdy je systém ESP. Systém stabilizace jízdy je určitým rozšířením systémů ABS a ASR. Ty umožňují ovládat skluz nebo prokluz pneumatiky pouze v podélném směru vozidla. ESP reguluje skluz pneumatiky také v příčném směru. Příliš velký příčný skluz pneumatiky vede ke ztrátě bočního vedení a k vybočení vozidla do strany. ESP zvyšuje stabilitu vozidla ve stopě při průjezdu zatáčkou a zároveň snižuje nebezpečí smyku při brzdění, zrychlení i při volném pohybu vozidla. [1]

Stabilizace jízdy je dosaženo samočinnými zásahy do brzd jednotlivých kol a hnacího momentu motoru bez zásahu řidiče. Zjistí – li systém prostřednictvím snímačů příčně dynamický kritický stav vozidla, dochází k přibrzdění příslušných kol, tím se vytvoří točivý moment kolem svislé osy vozidla, který kompenzuje nežádoucí neotáčivý nebo přetáčivý pohyb vozidla. Současně se sníží točivý moment motoru na hodnotu odpovídající dané situaci. Tímto způsobem dosažené zpomalení vozu má stabilizační účinek. [1]



Obr. 11 – Vozidlo bez ESP (1) a vozidlo s ESP (2) při přetáčivém smyku [4]

Přetáčivost vozidla je regulována přibrzděním kol na vnější straně zatáčky, přičemž největší důraz je kladen na přibrzdění předního vnějšího kola.



Obr. 12 – Vozidlo bez ESP (1) a vozidlo s ESP (2) při neotáčivém pohybu [4]

U neotáčivého chování vozidla provádí ESP korekci přibrzděním kol na vnitřní straně zatáčky, a to tak, že největší podíl brzdné síly působí na zadním vnitřním kole.

Systém současně sleduje, jak na kritickou chybu reaguje řidič a během několika milisekund mikroprocesor určí, jak silně a které kolo je potřeba přibrzdit a o kolik snížit hnací moment motoru, aby se vozidlo opět stabilizovalo. [1]

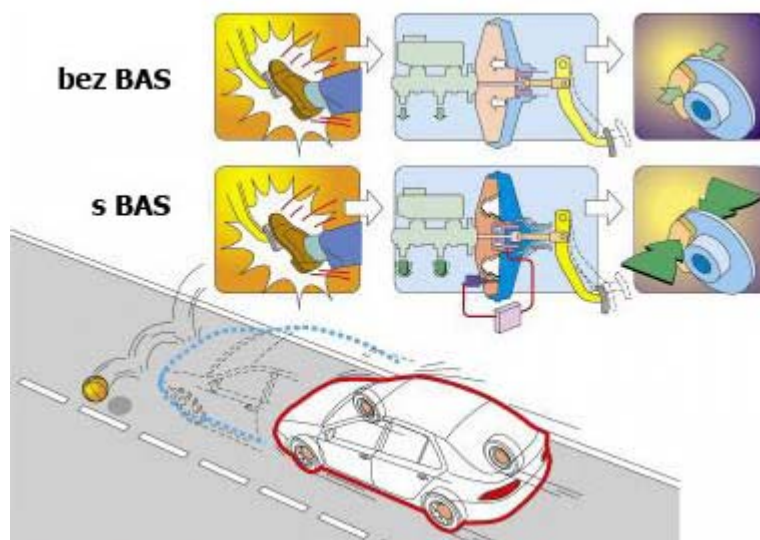
3.3.1. Funkce systému ESP

Elektronická stabilizace jízdy ESP je regulační systém ke zlepšení jízdního chování, který zasahuje do brzdové soustavy a do hnacího ústrojí. Při kritických jízdních situacích v podélném směru vozidla zabraňuje ABS blokování kol při brzdění a ASR zamezuje prokluzování kol při akceleraci. Regulace jízdní dynamiky ESP zvyšuje dodatečně stabilitu jízdy v kritických situacích v příčném směru vozidla a tím výrazně redukuje riziko smyku vozidla. Systém ESP zvyšuje dodržování jízdní stopy a směru jízdy v mezních stavech při plném brzdění, částečném brzdění, při pojíždění vozidla, při pohonu, brzdění motorem a uvolnění akceleračního pedálu, ale i při extrémních jízdních manévrech. Regulace jízdní dynamiky registruje dodatečnými snímači příčné zrychlení a natáčení vozidla kolem osy otáčení. Zpracuje signály těchto snímačů dodatečně k signálům ABS a ASR a řídí akční členy v hydraulické jednotce. Tím se zajistí stabilita vozidla při nebrzděné, zpomalované a zrychlené jízdě přímým směrem nebo v zatáčce a také v mezních jízdních stavech. [1]

3.4. Brzdový asistent

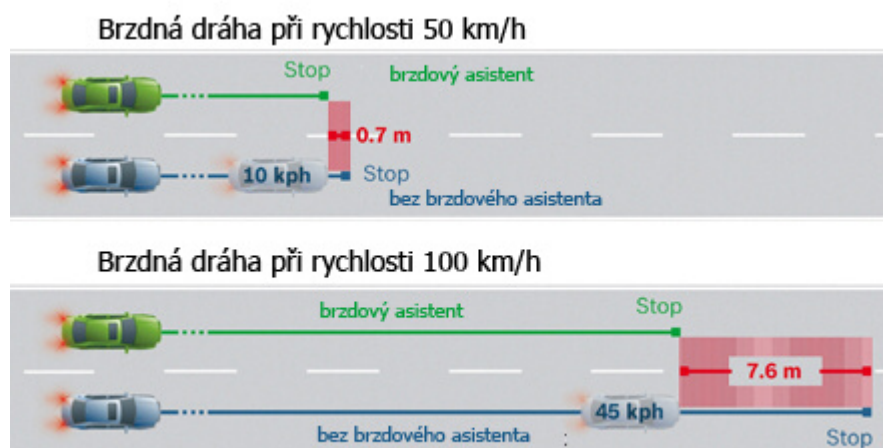
Brzdový asistent je dalším rozšířením a dovybavením systému ABS, které zvyšuje při panickém brzdění brzdny tlak vyvolaný řidičem a to skokově až na nejvyšší možnou hodnotu. Tímto způsobem je pak možno dosáhnout zamýšlené brzdné dráhy při váhavém brzdění.

Brzdový asistent pomáhá řidiči v situacích, kdy při skutečně kritickém brzdění málo zkušený řidič nestlačí brzdový pedál dostatečně silně. Snímače brzdového asistenta jsou schopny tuto situaci rozpoznat a následně dát pokyn k maximálnímu zvýšení tlaku v hydraulickém systému brzd. Brzdový asistent spolupracuje s posilovačem brzd a s ABS. Zkrácením doby dosažení maximálního brzdného účinku se zkracuje i brzdná dráha. [4]



Obr. 13 – Brzdový asistent [4]

Brzdový asistent dokáže zkrátit brzdovou dráhu o 15 až 20%. Účinek systému je ovlivněn řidičovou zkušeností. V kritické jízdě situaci totiž málo zkušený řidič sešlápne brzdový pedál buď příliš pomalu a velkou silou, nebo rychle a malou silou. V obou případech tak v kritické situaci nevyužije naplno potenciálu brzd. Naopak zkušený řidič sešlapuje brzdový pedál rychle a dostatečně velkou silou, čímž maximálně využívá možnosti brzdového systému vozidla v součinnosti s ABS. [4]

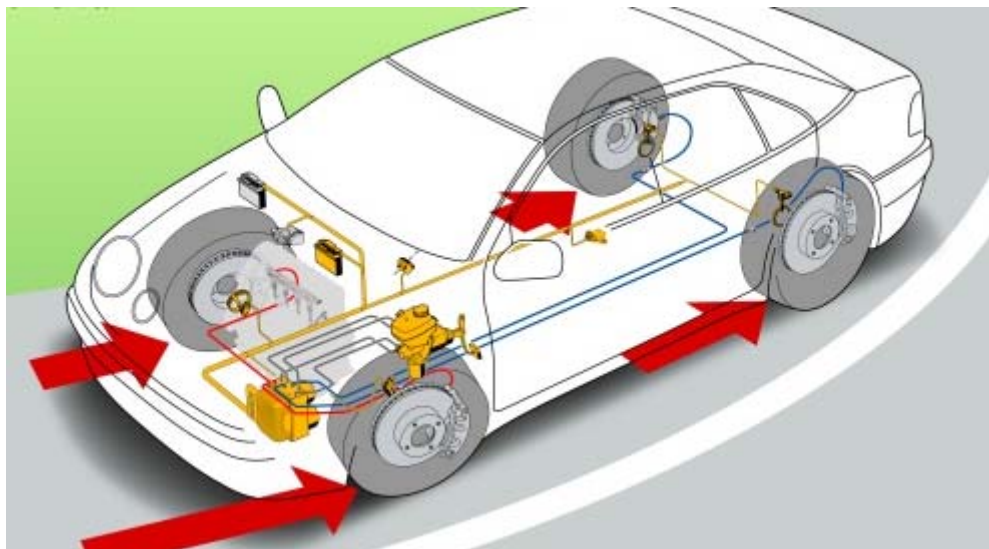


Obr. 14 – Porovnání brzdných drah vozidel s brzdovým asistentem a bez [4]

3.5. Elektrohydraulický brzdový systém SBC

Zvyšování požadavků na bezpečnost elektronických prvků aktivní bezpečnosti si vynucuje další inovace brzdových soustav. Příkladem je systém SBC.

Systém SBC zajišťuje vysoký bezpečnostní standard a komfort brzdění, čímž řidiči napomáhá zvládnout kritické jízdní situace. Systém je doplňkem ABS, umožňuje elektronickou regulaci brzdové soustavy. [4] V případě potřeby systém umožňuje zesílení brzdného účinku nebo ho reguluje v závislosti na aktuálním jízdním stavu. [4]



Obr. 15 – Elektrohydraulický systém SBC [4]

Systém SBC je využíván u vozidel disponujícími brzdovým systémem Brake – by – Wire (elektronicky řízené brzdy). Snímače systému sledují, s jakou intenzitou řidič ovládá brzdový pedál. Pomocí těchto signálů se v řídicí jednotce vypočte potřebný tlak pro brzdění jednotlivých kol. Tento brzdný tlak je pak rozváděn přes hydraulickou jednotku z vysokotlakého zásobníku na jednotlivé brzdy. Systém reaguje téměř okamžitě díky vysokému tlaku brzdové kapaliny, okolo 140 kPa, ve vysokotlakém zásobníku. SBC je v podstatě elektronický regulační systém s hydraulickými akčními členy, nahrazující posilovač brzd a systém modulace brzdné síly. [2] Rozdělování brzdných sil pro jednotlivá kola probíhá opět elektronickou cestou na základě vyhodnocení jízdní situace.

Elektronické řízení brzdného účinku každého kola zvláště umožňuje do výpočtu brzdného tlaku pro každé jednotlivé kolo aplikovat informace z ESP. [4]

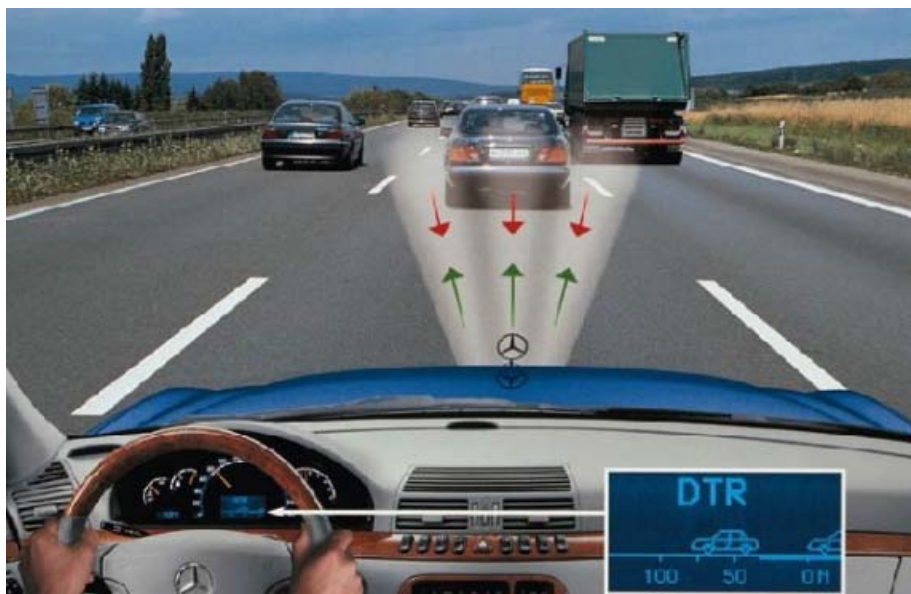
Do elektroniky SBC je také integrována funkce brzdového asistenta. Když systém zjistí velmi rychlé, ale zprvu nedostatečně silné sešlápnutí brzdového pedálu, pokládá to za nouzovou situaci a zesílí tlak v brzdovém potrubí. [4]

Individuální elektronická regulace brzdného tlaku pomocí SBC také optimalizuje funkci systému ESP. ESP může, díky neustálému tlaku v brzdovém potrubí, působit dříve a díky elektronické regulaci ještě s lepším odměřováním brzdné síly. [4]

3.6. ACC – adaptive cruise control

ACC je adaptivní tempomat, který se přizpůsobuje změnám regulovaného objektu. Adaptivní tempomat sleduje dění před vozidlem a při blížící se překážce je schopen adekvátním způsobem zareagovat. Systém tak udržuje vozidlo v bezpečném odstupu od ostatních vozidel.

Adaptivní tempomat je vylepšením klasického tempomatu. [4] ACC sleduje situaci před vozidlem a umožňuje automatickou regulaci rychlosti. Pomocí mikrovlnného nebo laserového radaru systém vyhodnocuje rychlost blížící se překážky např. pomalu jedoucího vozidla před ním. Na základě těchto údajů je systém schopen automaticky snižovat rychlost bez jakéhokoliv zásahu ze strany řidiče. Když pak pomaleji jedoucí vozidlo zrychlí nebo odbočí, adaptivní tempomat znovu vrátí rychlost vozidla do původně nastavené hodnoty.



Obr. 16 – Činnost ACC [4]

System nabízí možnost vybrat si ze čtyř programů podle jízdních podmínek.

Pokud systém vyhodnotí, že se překážka přibližuje příliš rychle a může dojít ke střetu vozidel, systém upozorní řidiče, připraví brzdy na prudké brzdění, přitáhne hlavové opěrky a sám začne snižovat rychlost. [4]

4. Možnosti využití elektronických systémů

Svižný, ne – li uspěchaný styl života člověka dnešní doby žádá rozvoj moderních technologií, inovaci systémů, které zaručí pomoc, pohodlí a bezpečí. Již několik desetiletí je spjata s prudkým rozvojem vědy a techniky a s aplikací těchto poznatků do každodenního života běžného člověka. Můžeme zaznamenat celou řadu významných objevů v oblasti přírodních věd, které se zákonitě promítají do ostatních odvětví.

Nové poznatky v oblasti elektroniky a elektrotechniky významným způsobem ovlivnily životy miliard lidí po celém světě. Může se jednat o změny pozitivního charakteru i o změny, které měly neblahý dopad na lidské osudy.

Jednou z oblastí, kde se v poslední době hojně aplikují poznatky elektroniky a elektrotechniky jsou silniční motorová vozidla, i když zpočátku byl nástup elektroniky

poměrně pomalý. Cílem zavádění elektroniky v konstrukci vozidel je snižování spotřeby paliva, snižování exhalací, zlepšení výkonných parametrů, zvýšení aktivní a pasivní bezpečnosti, zvýšení komfortu vozidla, diagnostika vozidel, u nákladních vozidel jde o monitorování provozních záležitostí a určování polohy vozidla. Elektronika tedy našla široké uplatnění v oblasti silničních motorových vozidel.

Zavedení elektronických systémů, resp. elektronických prvků aktivní bezpečnosti vedlo ke snížení počtu dopravních nehod. V jízdních situacích, kdy selhává lidský faktor, zasahuje elektronika. Od roku 2011 musejí být nově vyráběná vozidla povinně vybavena systémem ABS. Evropská komise hodlá učinit od roku 2014 z ESP povinnou součást výbavy nových vozidel. V současné době disponují ESP pouze dražší a výkonnější vozidla.

Je vidět, že používání elektronických systémů v silničních vozidlech má svoji budoucnost. Současně využívané systémy vyhodnocují jízdní stav vozidla. Jízda vozidlem vybaveným elektronickými systémy se stává bezpečnější a pohodlnější.

Provoz na pozemních komunikacích se ale skládá i z jiných, neopomenutelných prvků. Jde o dodržování pravidel provozu na pozemních komunikacích a o chování řidičů. Tyto dvě věci jsou velice úzce spjaty. Při nedodržování některých ustanovení zákona o provozu na pozemních komunikacích vznikají rizikové situace, které mnohdy končí i úmrtím účastníků provozu. Automobil v rukou neukázněného, psychicky nevyrovnaného jedince, který nevidí nic jiného než svůj prospěch, je jako nabitá zbraň v rukou nezodpovědné osoby. Dojde – li ke střetu automobilů, mají účastníci větší šanci na přežití díky prvkům pasivní bezpečnosti, než když dojde ke střetu automobilu s méně chráněným účastníkem provozu, například motocyklistou, cyklistou či chodcem.



Obr. 17 – Situace v provozu (přechod pro chodce)

Situace v provozu za snížené viditelnosti je také nebezpečná. Člověk ani automobil často nevidí na bezpečnou vzdálenost, lidské oko za snížené viditelnosti nerozeznává některé účastníky provozu ani jiné elementy, které bezprostředně ohrožují jeho bezpečnost.

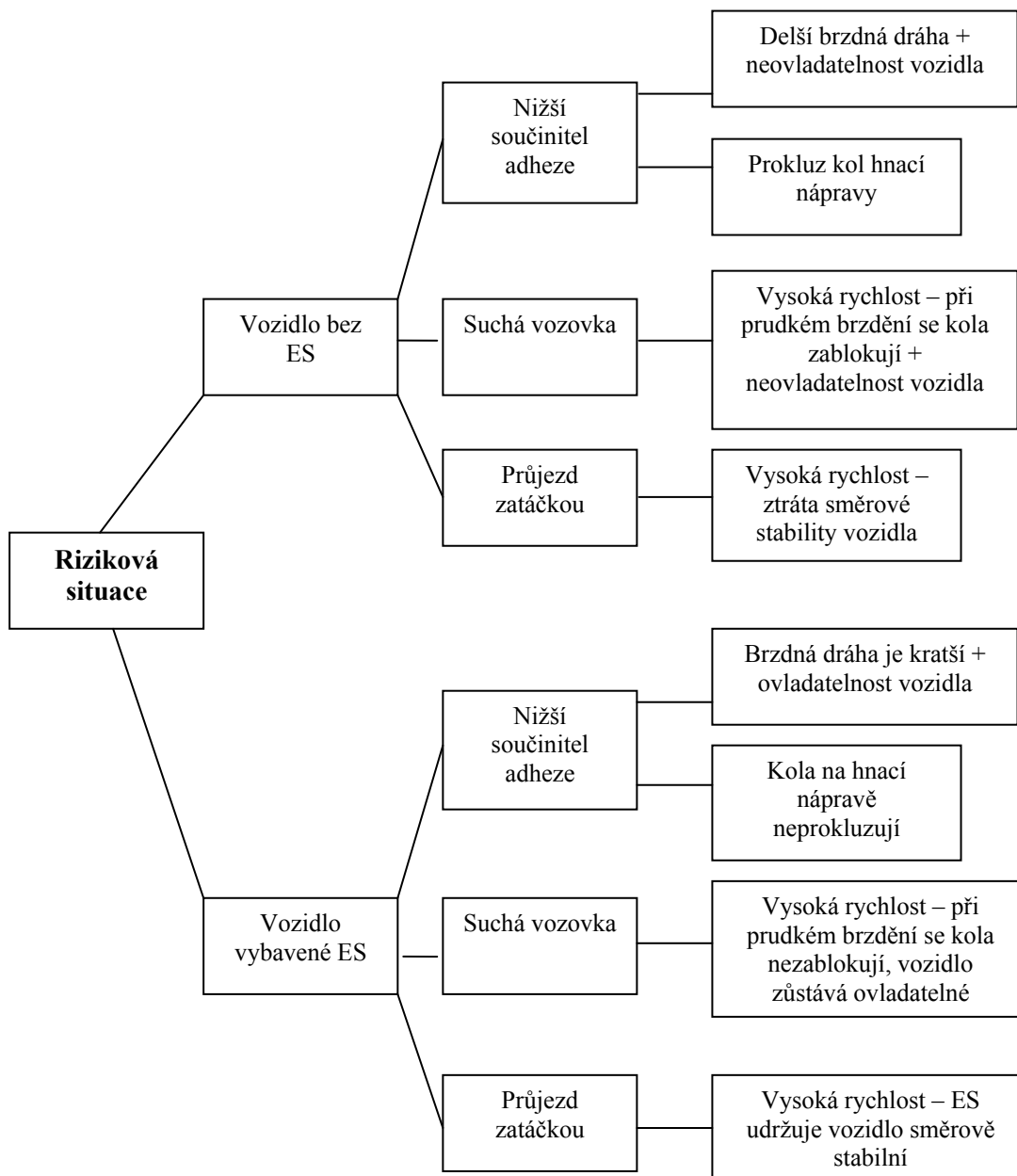
Elektronické systémy v moderních vozidlech by měly být schopny zabránit i takovým střetům. Není – li jim schopen zabránit řidič motorového vozidla z jakéhokoliv důvodu, měl by toho být schopen „inteligentní“ automobil, jehož elektronické systémy vyhodnotí danou situaci a vyhodnotí – li ji jako rizikovou, zasáhnou.



Obr. 18 – Situace v blízkosti školy

5. Závěr

Jak bylo již řečeno, jízda vozidlem, které je vybaveno elektronickými prvky aktivní bezpečnosti se stává pohodlnější a bezpečnější. V jízdách situacích, kdy se vozidlo bez elektronických bezpečnostních systémů dostává do problémů, vozidlo s nimi. Ale ani toto tvrzení nelze považovat za stoprocentní a jednoznačné.

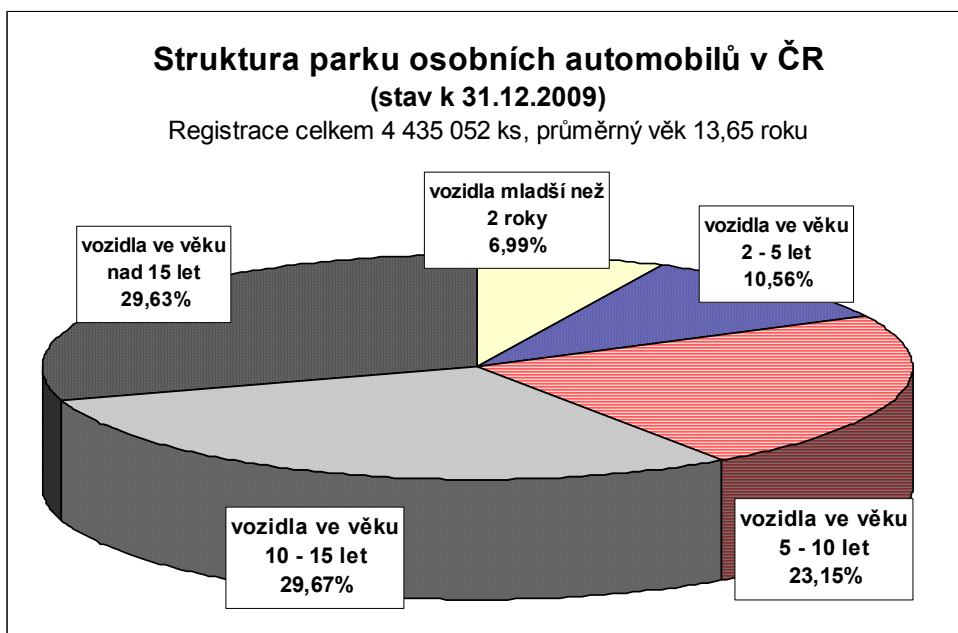


Obr. 19 – Porovnání vozidel bez ES a s ES

Podle statistik dopravní nehodovosti více než 90% nehod má na svědomí lidský činitel. Z tohoto počtu bezmála 94% jako řidič motorového vozidla. K přibližně 40% dopravních nehod dochází za nepříznivých povětrnostních podmínek (sníh, náledí, mokro, bláto).

Podle dopravních výzkumů je příčinou 25% vážných dopravních nehod, jejichž účastníci utrpěli vážná zranění, nekontrolovatelný smyk vozidla, a přibližně 60% všech nehod s následkem smrti bylo způsobeno bočním nárazem, jehož příčinou byl opět nekontrolovatelný smyk vozidla. Rozšířením jen samotných systémů ABS a ESP lze těmto smykům zabránit a uvedené statistiky snížit až o 80%.

Dle údajů centrálního registru vozidel (CRV) bylo k 31. 12. 2009 registrováno přibližně 7 100 000 vozidel všech kategorií. Průměrný věk vozového parku ČR činí přibližně 16,9 roku. Z tohoto počtu připadá přibližně 4 500 000 kusů na osobní automobily, jejichž průměrný věk je 13,65 roku. V porovnání s lety 1980 – 1985 vzrostl počet osobních automobilů více jak dvojnásobně.



Obr. 20 – Vozový park ČR (osobní automobily) [7]

Právě osobní automobily mají největší podíl na nehodovosti na našich silnicích. Zdaleka ne všechny osobní automobily jsou ale vybaveny systémy ABS, ASR, ESP.

Vozidla starší 10 let, pohybující se po našich komunikacích, v převážné míře nedisponují elektronickými prvky aktivní bezpečnosti (ABS, ASR, ESP).

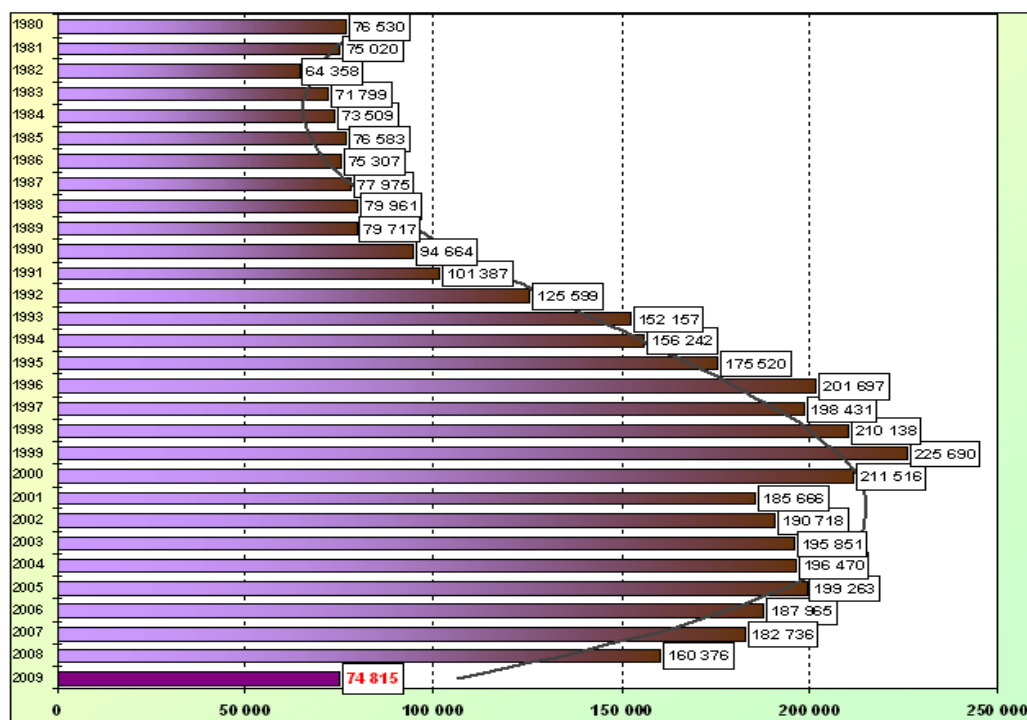
Dá se předpokládat, že vozidlo vybavené datovou sběrnici CAN má alespoň ABS. Do osobních automobilů se začaly datové sběrnice CAN montovat v roce 1993. Výjimkou je automobilka Ford, kde se s její instalací začalo již v roce 1989. Ne hned se ale takto vybavená vozidla ocitla na našich silnicích. Nárůst byl postupný. První vozidlo vybavené systémem ESP vyjelo z montážní linky v roce 1995.

Automobily	průměrné stáří	rok montáže CAN
osobní	13,65	1993
nákladní	9,8	2001
autobusy	14,05	2001

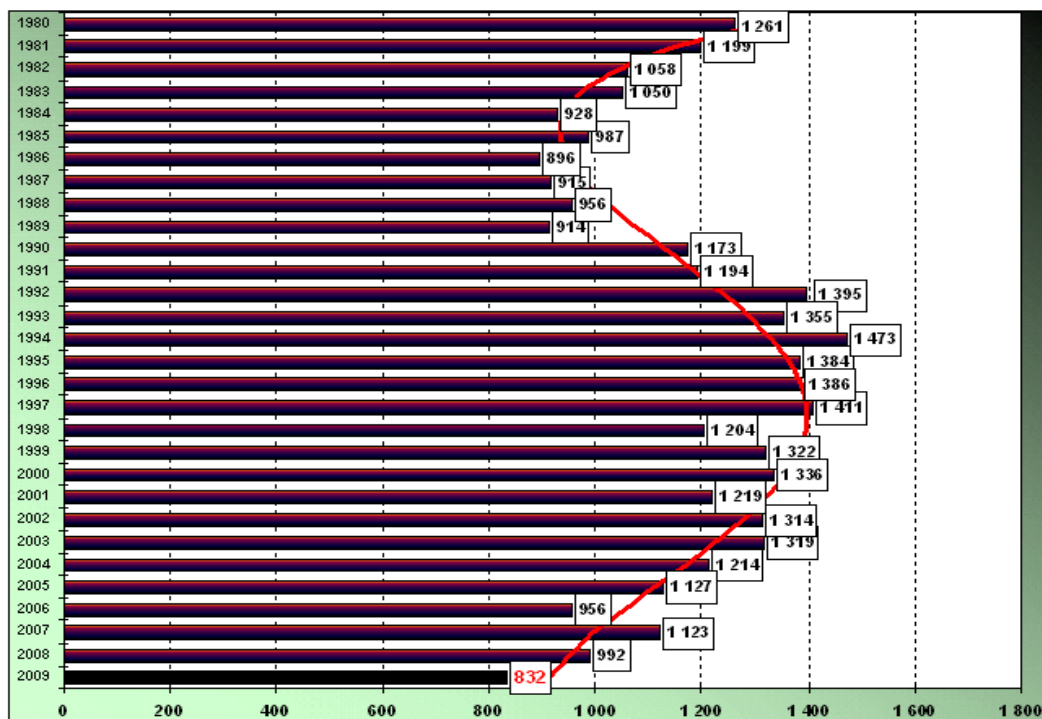
Tabulka 4 – Datová sběrnice CAN ve vozidlech [10]

Nárůst vozidel s výkonnějšími motory na našich silnicích zapříčinil v letech 1990 – 2000 prudký nárůst nehodovosti. Vozidla tehdy ještě nebyla vybavena elektronickými prvky aktivní bezpečnosti.

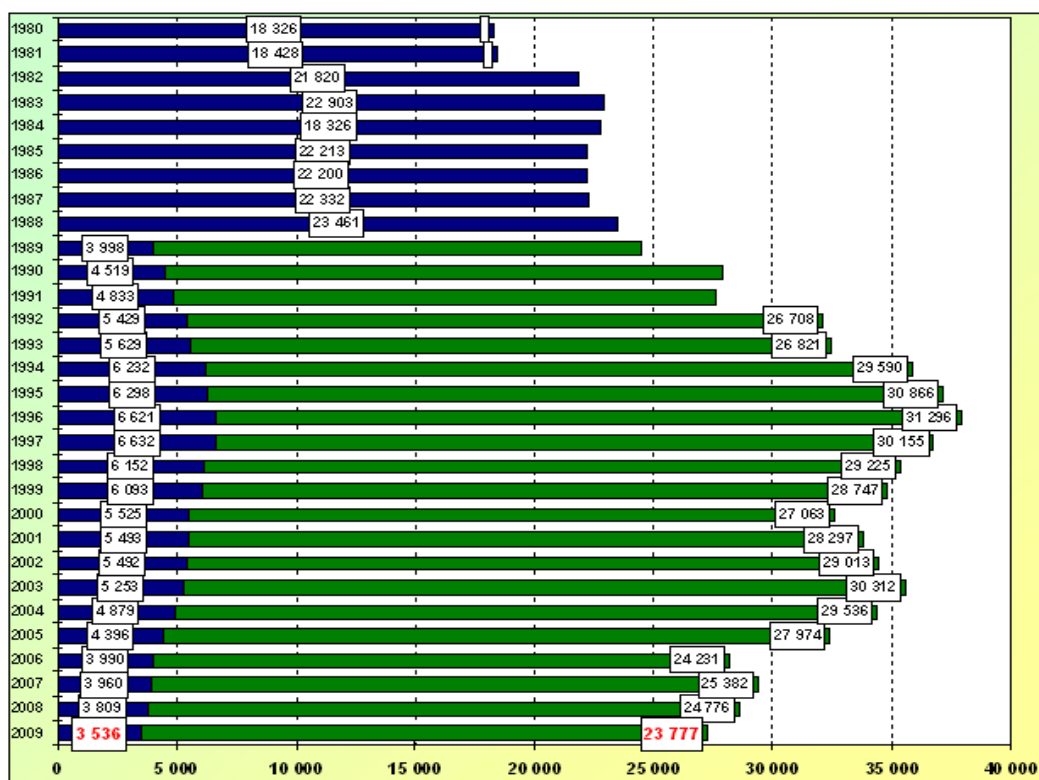
Z následujících grafů je zřejmé, jak se zdánlivě rostoucím počtem dopravních nehod klesaly počty úmrtí a počty těžce zraněných při dopravních nehodách. Jedním z faktorů, který v nemalé míře přispěl k tomuto zlepšení je aplikace elektronických prvků aktivní bezpečnosti (ABS, ASR, ESP).



Obr. 21 – Absolutní počty nehod v silničním provozu v ČR [7]



Obr. 22 – Absolutní počty usmrcených při dopravních nehodách v ČR [7]



Obr. 23 – Absolutní počty zraněných v silničním provozu v ČR [7]

Počty nehod osobních automobilů se v letech 1980 – 1985 v porovnání s lety 2004 – 2009 zdvojnásobily, což je vzhledem k nárůstu vozového parku nárůst přímo úměrný. Naopak počty osob usmrcených při dopravních nehodách a počty osob těžce zraněných se snížily a to hned několikanásobně. Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících tyto statistiky je nárůst vozidel vybavených elektronickými prvky aktivní bezpečnosti.

	1980 - 1985	2004 - 2009
počty nehod	72967	166938
počty úmrtí	1081	1041
těžká zranění	20336	4095

Tabulka 5 – Porovnání období (průměrné hodnoty) [7]

	1980 - 1985	2004 - 2009
počty nehod	437 889	1 001 025
počty úmrtí	6483	6244
těžká zranění	122016	24 570

Tabulka 6 – Porovnání období (absolutní počty) [7]

Dá se předpokládat, a z uvedených dat to vyplývá, že s omlazováním vozového parku ČR, tedy se zvýšením počtu vozidel v provozu, která využívají elektronických prvků aktivní bezpečnosti, se statistiky nehodovosti, počty úmrtí a počty těžkých zranění při dopravních nehodách posunou do daleko přijatelnějších hodnot.

Počty dopravních nehod by se mohly vlivem razantního nárůstu elektroniky ve vozidlech snížit v dalším sledovaném období v průměru o desetitisíce případů, počty usmrcených účastníků provozu na pozemních komunikacích by mohly klesnout v průměru hluboko pod jeden tisíc případů. Rovněž počty těžkých zranění, způsobených při dopravních nehodách, by klesly a to v řádech stovek případů. Snížení nehodovosti má, samozřejmě, i ekonomické dopady.

	1980 - 1985	2004 - 2009	2010 - 2015	2016 - 2021
počty nehod	72 967	166 938	70 000	50 000
počty úmrtí	1081	1041	800	500
těžká zranění	20 336	4 095	2500	1500

Tabulka 7 – Možný trend vývoje nehodovosti (průměrné hodnoty)

Tabulka 7 vychází z předpokladu vstupu v platnost nařízení Evropské komise o povinnosti vybavovat nově vyráběná vozidla elektronickými prvky aktivní bezpečnosti a obnovy vozového parku.

Používání elektronických bezpečnostních systémů ve vozidlech by nemělo, v žádném případě, zbavovat člověka zodpovědnosti, ale měly by fungovat jako pomocník v situacích, kdy právě díky nezodpovědnosti řidiče nebo jiného účastníka provozu dojde ke vzniku rizikové situace.

Důraz by měl být neustále kladen na dodržování pravidel provozu na pozemních komunikacích a zásad bezpečné jízdy.

Elektronické bezpečnostní systémy nahrazující lidské nedostatky mají budoucnost v jejich používání v silničních motorových vozidlech. Vždyť jde o bezpečnost naši, našich blízkých a lidí okolo nás.

6. Použitá literatura:

- [1] VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel 2*. Brno: Nakladatelství a vydavatelství František Vlk, 2002. 293 s. ISBN 80-238-7282-6.
- [2] GREGORA, Stanislav. *Elektronické a mechatronické systémy v konstrukci silničních vozidel*. Pardubice: Vydavatelství Univerzita Pardubice, 2008. 223 s. ISBN 978-80-7395-082-8.
- [3] HAVLÍK, Karel. *Psychologie pro řidiče*. Praha: Nakladatelství portál, 2005. 224 s. ISBN 80-7178-542-3.
- [4] autolexicon.net [online]. [cit 2010-10-27]. *ABS, ASR, ACC, ESP, brzdový asistent, SBC*. Dostupné z WWW:
<http://cs.autolexicon.net/articles/abs-anti-lock-braking-system>
<http://cs.autolexicon.net/articles/asr-antriebsschlupfregelung>
<http://cs.autolexicon.net/articles/acc-adaptive-cruise-control>
<http://cs.autolexicon.net/articles/elektronicky-stabilizacni-system>
<http://cs.autolexicon.net/articles/brzdovy-asistent>
<http://cs.autolexicon.net/articles/sbc-sensortronic-brake-control>
- [5] Studijní materiály: *Mechanika pohybu silničních vozidel*, VALA Miroslav, Katedra bojových a speciálních vozidel – Fakulta vojenských technologií – Univerzita obrany – Brno 2007.
- [6] Materiály autoškola Morava s.r.o.
- [7] *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. [cit 2010-11-26]. *Nehodovost na českých silnicích*. Dostupné z WWW: <http://www.autosap.cz/sfiles/a1-95.htm>
- [8] Studijní materiály: *Základy dopravní techniky*, GRAJA Milan, Katedra dopravních prostředků a diagnostiky – DFJP – Univerzita Pardubice – Pardubice 2004.
- [9] Zákon č.361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů

[online]. [cit 2010-10-25]. Dostupné z WWW:

http://www.mdcz.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa_CR_silnicni/

[10] Materiály CDV (Centrum dopravního výzkumu) – zaslány elektronickou poštou

7. Seznam obrázků:

<i>Obr. 1 – Celková doba pro zabrzdění [5]</i>	14
<i>Obr. 2 – Celková dráha pro zabrzdění [5]</i>	14
<i>Obr. 3 – Nedotáčivost vozidla [5]</i>	18
<i>Obr. 4 – Přetáčivost vozidla [5]</i>	19
<i>Obr. 5 – Síly působící na vozidlo [2]</i>	28
<i>Obr. 6 – Síly působící v místě styku kola a vozovky [2]</i>	29
<i>Obr. 7 - Úhybný manévr vozidla s ABS a bez ABS [4]</i>	31
<i>Obr. 8 – Blokové schéma regulace ABS [2]</i>	32
<i>Obr. 9 – Uspořádání systému ABS [4]</i>	33
<i>Obr. 10 – Regulace prokluzu se zásahy do brzdové soustavy a do polohy škrticí klapky: 1- snímače otáček, 2 – brzdy, 3 – hydraulická jednotka ABS/ASR, 4 – řídicí jednotka ABS/ASR, 5 – řídicí jednotka Motronic, 6 – škrticí klapka. [2]</i>	36
<i>Obr. 11 – Vozidlo bez ESP (1) a vozidlo s ESP (2) při přetáčivém smyku [4]</i>	37
<i>Obr. 12 – Vozidlo bez ESP (1) a vozidlo s ESP (2) při neotáčivém pohybu [4]</i>	37
<i>Obr. 13 – Brzdový asistent [4]</i>	39
<i>Obr. 14 – Porovnání brzdných drah vozidel s brzdovým asistentem a bez [4]</i>	39
<i>Obr. 15 – Elektrohydraulický systém SBC [4]</i>	40
<i>Obr. 16 – Činnost ACC [4]</i>	42
<i>Obr. 17 – Situace v provozu (přechod pro chodce)</i>	44
<i>Obr. 18 – Situace v blízkosti školy</i>	45
<i>Obr. 19 – Porovnání vozidel bez ES a s ES</i>	46
<i>Obr. 20 – Vozový park ČR (osobní automobily) [7]</i>	47
<i>Obr. 21 – Absolutní počty nehod v silničním provozu v ČR [7]</i>	49
<i>Obr. 22 – Absolutní počty usmrcených při dopravních nehodách v ČR [7]</i>	49
<i>Obr. 23 – Absolutní počty zraněných v silničním provozu v ČR [7]</i>	50

8. Seznam tabulek:

<i>Tabulka 1 – Příklady brzdných drah [6]</i>	15
<i>Tabulka 2 – Příklady reakčních dob řidiče [8]</i>	16
<i>Tabulka 3 – vývoj nehodovosti samostatné ČR[6]</i>	26
<i>Tabulka 4 – Datová sběrnice CAN ve vozidlech [10]</i>	48
<i>Tabulka 5 – Porovnání období (průměrné hodnoty) [7]</i>	50
<i>Tabulka 6 – Porovnání období (absolutní počty) [7]</i>	51
<i>Tabulka 7 – Možný trend vývoje nehodovosti (průměrné hodnoty)</i>	51

