

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2016

TOMÁŠ PALATKA

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav techniky a automobilové dopravy



Bezpečnostní systémy motorových vozidel

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
prof. Ing. František Bauer, CSc.

Vypracoval:
Tomáš Palatka

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Bezpečnostní systémy motorových vozidel* vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

„Děkuji prof. Ing. František Bauer, CSc., vedoucímu bakalářské práce, za odborné vedení, technické rady a podnětné připomínky.“

ABSTRAKT

Bakalářská práce pojednává o bezpečnostních systémech motorových vozidel. Práce je rozdělena do tří částí. První z nich se zabývá seznámením s bezpečnostními systémy. Druhá část podrobněji rozebírá asistenty zajišťující stabilitu vozidla. V poslední třetí části je celkové zhodnocení elektronických asistenčních systémů.

Klíčová slova: bezpečnostní systém, stabilizace vozidla, elektronické systémy

Thesis deals with the safety systems for motor vehicles. The thesis is divided into three parts. The first one deals with familiarization with these systems. The second part deals with the assistants to ensure the stability of the vehicle. The last part discusses the overall evaluation of electronic assistance systems.

Key words: safety systems, stabilization of vehicle, electronic systems

OBSAH

ABSTRAKT	6
OBSAH	7
1 ÚVOD.....	9
2 CÍL PRÁCE.....	10
3 SOUČASNÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY MOTOROVÝCH VOZIDEL ...	11
3.1 Pasivní bezpečnostní systémy	11
3.1.1 Bezpečnostní pásy	11
3.1.2 Dětské autosedačky	12
3.1.3 Airbag.....	12
3.1.4 Hlavová opěrka	13
3.1.5 Ochrana proti podklouznutím pod bezpečnostním pásem	13
3.1.6 Karoserie	13
3.2 Aktivní bezpečnostní systémy	14
3.2.1 Protiblokovací systém ABS	14
3.2.2 Protiprokluzový systém ASR.....	14
3.2.3 Elektronický stabilizační systém ESP	14
3.2.4 Asistent jízdy v kolonách	14
3.2.5 Elektronická distribuce brzdné síly	15
3.2.6 Adaptivní tempomat ACC.....	15
3.2.7 Adaptivní světlomety	15
3.2.8 Asistent rozjezdu do svahu.....	16
3.2.9 Automatická parkovací brzda.....	16
3.2.10 Hlídaní mrtvého úhlu	16
3.2.11 Multikolizní brzda	16
3.2.12 Systém kontroly tlaku v pneumatikách	16
3.2.13 Brzdový asistent BAS	17
3.2.14 Zpětné zrcátko s automatickým zatmíváním.....	18
3.2.15 Parkovací asistent.....	18
3.2.16 Systém sledování rychlostních limitů	18
3.2.17 Systém sledování jízdního pruhu	19
3.2.18 Systém rozpoznání cyklistů a chodců	19

4	PROTIBLOKOVACÍ BRZDOVÝ SYSTÉM (ABS)	20
4.1	Princip funkce ABS	20
4.2	Fyzikální podmínky při brždění.....	21
4.2.1	Brzdná síla na kole vozidla	21
4.2.2	Skluz.....	21
4.3	Historie protiblokovacích brzdových systémů.....	23
4.4	ABS Bosch.....	24
4.4.1	Princip činnosti ABS Bosch 2S.....	24
4.4.2	Princip činnosti ABS Bosch 5.0.....	26
4.4.3	Princip činnosti ABS Bosch 8.0.....	28
5	ELEKTRONICKÝ STABILIZAČNÍ SYSTÉM (ESP)	29
5.1	Princip a jeho funkce	29
6	LOSÍ TEST	32
7	ZÁVĚR	36
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	38
10	SEZNAM ZKRATEK	39

1 ÚVOD

Bezpečnostní systémy motorových vozidel jsou nedílnou součástí automobilů již od začátku jejich existence. Sofistikované bezpečnostní systémy byly do nedávna pouze ve vozidlech vyšších tříd, ale pomalu se tyto prvky začínají zavádět i do vozů tříd nejnižších. Intenzita silniční dopravy se celosvětově zvyšuje, a s ní i dopravní nehody. Dopravní nehody jsou zaviněny převážně tzv. lidským činitelem. Účinným opatřením směřující ke snížení výskytu nehod, způsobených chybným konáním účastníků silničního provozu, resp. jak snížit jejich závažnost, je zabývat se prvky aktivní a pasivní bezpečnosti vozidel. Moderní automobily mají dnes celou řadu prvků, které zvyšují bezpečnost v provozu. Prvky pasivní bezpečnosti mají za úkol snížit následky kolize vozidla a chránit posádku před zraněním. Mezi ně patří robustnost karoserie, která je tvořena vysokopevnostní ocelí, a je vybavena deformačními zónami. Součástí všech automobilů jsou i tříbodové bezpečnostní pásy s předpínači, které mají za funkci snižovat působení síly na tělo během nárazu vozidla. Vozidla dnešní doby jsou vybavena airbagy, které snižují riziko zranění při dopravní nehodě tím, že se nafouknou a tělo se opře do tzv. polštáře. Airbagy se musejí používat výhradně ve spolupráci s bezpečnostními pásy, protože bez použití pásů je jejich účinek opačný. Prvky aktivní bezpečnosti napomáhají předejít, nebo zabránit dopravním nehodám. Jsou to technické zařízení, systémy a vlastnosti vozidla. Nejdůležitějším prvkem jsou účinné brzdy umožňující včasné a bezpečné zastavení, nebo zpomalení vozidla. Dále pak dobrý výhled z vozidla, dobré pneumatiky, kvalitní odpružení vozidla zajišťující dostatečný kontakt vozidla s vozovkou a v neposlední řadě osvětlení vozidla. Mezi další aktivní bezpečnostní prvky patří moderní elektronické systémy zajišťující bezpečnou jízdu vozidlem jako např. ABS, ESP, TCS, EBA, ACC a další. (besip.cz)

Všechny zmíněné prvky jsou nadále vyvíjeny a stále probíhá snaha o jejich zdokonalování.

V bakalářské práci jsou popsány jednotlivé bezpečnostní elektronické systémy, z nichž vybrané jsou následně podrobněji popsány.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce na téma „Bezpečnostní systémy motorových vozidel“ je uvést současný stav v bezpečnostních systémech motorových vozidel a dále shromáždit technické parametry jednotlivých bezpečnostních systémů a parametry tabulkově zpracovat. Na základě zjištěných parametrů provést analýzu a závěr.

3 SOUČASNÉ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY MOTOROVÝCH VOZIDEL

Kapitola je zaměřena na seznámení a představení problematiky jednotlivých bezpečnostních systémů motorových vozidel používaných v dnešní době.

Současná vozidla jsou technicky vyspělá a jejich bezpečné používání je snazší, než dříve. Je to díky mnoha bezpečnostním systémům co se v dnešní době do vozidel instalují. Tyto systémy zajišťují lepší přehled o situaci okolo vozidla, vyšší bezpečnost a také snazší ovladatelnost vozidla při zhoršených podmínkách na vozovce i mimo ní. Tyto systémy se dělí na dvě skupiny. Na pasivní bezpečnostní systémy a na aktivní bezpečnostní systémy.

3.1 Pasivní bezpečnostní systémy

Pasivní bezpečnostní systémy jsou aktivní až v okamžiku vzniku dopravní nehody. Jejich úkolem je snížit následky dopravní nehody. Hlavním úkolem je minimalizovat zranění posádky, ale i ostatních účastníků nehody. (czrso.cz)

Vybral jsem hlavní a nejpoužívanější systémy.

3.1.1 Bezpečnostní pásy

Důležitým prvkem jsou bezpečnostní pásy, které udržují cestujícího v sedačce, a nedovolí dopředné posunutí v rámci volného prostoru interiéru vozidla, a tím zabrání jeho poranění o vnitřní vybavení vozidla. Povinnost použití bezpečnostního pásu je přímo dána zákonem o silničním provozu, kde je napsáno, že pokud je vozidlo vybaveno bezpečnostními pásy, je povinnost je použít. (ibesip.cz)

Bezpečnostní pásy bývají vybaveny pyrotechnickými předpínači pásů, které zajišťují dopnutí pásu a tudíž usazení do sedačky v momentu vzniku dopravní nehody. Omezovač tlaku bývá po sléze použit ke snížení zatížení hrudníku. (czrso.cz)

První tříbodové bezpečnostní pásy uvedla do produkční výroby automobilová značka Volvo v roce 1959 do svých modelů P120 Amazon a PV540. (auto.cz)

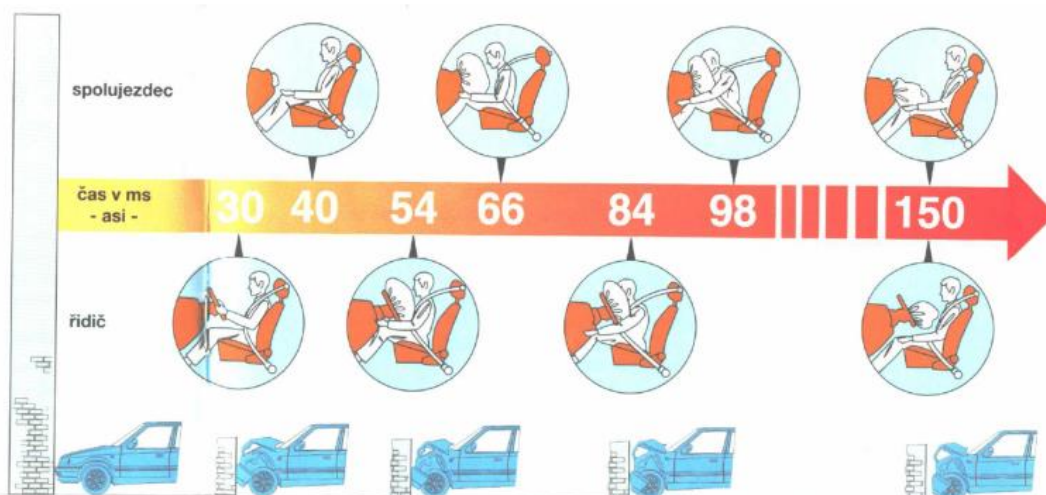
3.1.2 Dětské autosedačky

Dětské autosedačky slouží pro bezpečné přepravení dětí menších než 150 cm a lehčích než 36 kg. Pro bezpečné a jednoduché upevnění autosedačky do vozidla slouží systém ISOFIX, kterým jsou dnešní automobily vybaveny. Výraznou výhodou tohoto upevnění je, že autosedačka je připevněna ke konstrukci automobilu a není možné, aby se pohybovala po sedadle. Toto upevnění je normované, a nachází se na krajích zadních sedadel automobilu. (tipcars.com)

3.1.3 Airbag

Airbag efektivně spolupracuje s bezpečnostními pásy a snižuje riziko poranění nafouknutím vaku vzduchem během několika milisekund. Při dopravní nehodě se vytvoří před tvrdou částí automobilu (palubní deska a volant) měkký polštář. Čelní airbag se plynule vyprazdňuje, čímž umožňuje postupné zpomalení a tím pádem eliminuje poranění. Je nutné, aby pasažér byl vždy připoutaný bezpečnostními pásy. V dnešních vozech nalezneme airbasy pro celou posádku vozidla. Čelní, hlavové, boční a kolenní airbasy. (ibesip.cz)

Používají se i tzv. inteligentní airbasy, které regulují svoji rychlost a objem naplnění podle síly nárazu. Airbag byl vynalezen v roce 1952 a do produkční výroby se začal v USA montovat v roce 1972 do vozidla Chevrolet Impala. V Evropě se začaly airbasy nabízet v roce 1980 značkou Mercedes-Benz jako příplatková výbava do modelu W126. (tipcars.com)



Obr. 1 Průběh nafukování airbagu při nárazu (czrso.cz)

3.1.4 Hlavová opěrka

Hlavovými opěrkami jsou v dnešní době již vybavena všechna vyráběná vozidla. Úkolem hlavové opěrky je zamezit poranění krční páteře (hyperflexi) při nárazu vozidla. Správně nastavená hlavová opěrka musí být ve výšce přibližně dvou centimetrů nad temenem hlavy a nejdále však pět centimetrů vzdálená. Tato poloha zajišťuje bezpečné nastavení hlavně při čelním nárazu, kdy dochází k dopřednému pohybu těla a po kontaktu s airbagem a pásy se tělo vrací zpět do sedačky, ale to po trajektorii mírně vyšší než byl pohyb vpřed. (czrso.cz)

V poslední době se instalují do vozů tzv. aktivní opěrky hlav, které se v okamžiku dopravní nehody vysunou blíže k pasažérově hlavě a tím eliminují vznikající mezeru v době nárazu. Tato funkce zajistí větší zpomalení a tím zamezí poranění krční páteře. (tipcars.cz)

Automobilka Volvo používá systém WHISP. Tento systém funguje na principu posunu sedačky dopředu a tím zpomalí pohyb těla respektive krční páteře. Tento pohyb automobilka přirovnává k pozvolnému chycení míče. (ibesip.cz)

3.1.5 Ochrana proti podklouznutím pod bezpečnostním pásem

Bezpečnostní pás má za úkol při nehodě podepírat tělo na místech, kde je lidské tělo pevnější. V důsledku autonehody se může stát, že tělo začne podklouzávat pod bezpečnostní pás. Při aktivaci předpnutí pásu, popruh, který měl podepírat tělo na pánvi, se dostal výše a tlak se přenesl na křehčí část těla. V důsledku toho může dojít k vážnému poranění. Z tohoto důvodu se začaly autosedačky tvarovat v přední části směrem vzhůru, aby nedocházelo k tomuto nechtěnému pohybu těla. (ibesip.cz)

3.1.6 Karoserie

U dnešních vozů se docílilo pevnější, odolnější, ale i lehčí karoserie změnou způsobu výroby. Nynější karoserie se vyrábí z vysokopevnostních ocelí za tepla tvářených, čímž se docílilo značného odlehčení, ale také ke zvýšení tuhosti karoserie, a tím pádem se zamezí její nechtěné deformaci mimo deformační zóny. Další změnou výrobního postupu je použití proměnlivé tloušťky profilů. Velmi tuhá karoserie, která má přesně definované deformační zóny, pak poskytuje bezpečný prostor při různých typech nárazů a jejich intenzitě. (ibesip.cz)

3.2 Aktivní bezpečnostní systémy

Aktivní bezpečnostní systémy, jsou systémy, vlastnosti vozidla a technické zařízení, které pomáhají předcházet havárii. Tyto systémy zajišťují lepší ovladatelnost vozidla a zlepšují jízdní vlastnosti za zhoršených podmínek, nebo při kritických situacích.

Systémy zajišťující snížení únavy a koncentraci řidiče na jízdu, napomáhají snížit jak psychické tak i fyzické zatížení řidiče. (Vlk. 2006)

3.2.1 Protiblokovací systém ABS

Protiblokovací systém zajišťuje ovladatelnost vozidla ve chvílích prudkého brždění. Ve chvíli, kdy dochází k prudkému brždění, se zablokují kola a dochází ke smýkání po povrchu, a tudíž se vozidlo stává neřiditelným. ABS zajistí, že omezí brzdnou sílu na kole, kde dochází ke smýkání, a tudíž umožní odvalování pneumatiky. V tuto chvíli je možné měnit směr vozidla i při prudkém brždění a to i na kluzké vozovce. (Vlk. 2006)

3.2.2 Protiprokluzový systém ASR

Protiprokluzový systém zajišťuje lepší přenos síly na vozovku způsobem, že přibrzdí protáčející se kolo a omezí výkon motoru. Tento systém spolupracuje s ABS, odkud bere informace o jednotlivých rozdílech v protáčení kol. Omezení výkonu a přibrzdění protáčejícího se kola znamená, že přes diferenciál se přenesou točivý moment na druhé kolo, které se neprotáčí. Systém s přibrzdováním je funkční jen do nižších rychlostí, aby nevyvolal nestabilitu vozidla. (Vlk. 2006)

3.2.3 Elektronický stabilizační systém ESP

Stabilizace vozidla úzce spolupracuje ze systémy ABS a ASR, kdy zajišťuje stabilitu vozidla při vzniku smyku, nebo při vznikající nedotáčivosti vozidla. Systém vyhodnocuje z polohy natočení volantu, kam se má vozidlo pohybovat. Pokud se při vysoké rychlosti při nájezdu do zatáčky vozidlo uchyluje k přetáčivosti, nebo nedotáčivosti, systém omezí výkon vozidla a přibrzdí kola. (Vlk. 2006)

3.2.4 Asistent jízdy v kolonách

Je to systém, který sleduje prostor před vozidlem pohybující se nízkou rychlostí v koloně aut. Tento systém zajistí zastavení vozidla v případě nepozornosti řidiče. Zamezí tak kontaktu vozidel v nízké rychlosti do 30 km/h. (ibesip.cz)

3.2.5 Elektronická distribuce brzdné síly

System zajišťuje rozdělení brzdného účinku mezi přední a zadní nápravou. Funguje podle dat ze systému ABS, podle kterých vyhodnocuje, zda nedochází k větší brzdné síle na zadní nápravě a tím k jejímu blokování. V tento moment by mohlo dojít k destabilizaci vozidla, proto systém omezí brzdný účinek zadní nápravy a tím docílí správného rozdělení brzdné síly. (Vlk. 2006)

3.2.6 Adaptivní tempomat ACC

Asistenční systém pro řidiče, který zachovává nastavenou jízdní rychlost do doby, než se přiblíží k vozidlu jedoucímu před ním ve stejném jízdním pruhu. Ve chvíli přiblížení se na minimální vzdálenost nastavenou v tomto zařízení, se začne rychlost automaticky snižovat pomocí brzd a motoru do doby, než se rychlosti obou vozidel nevyrovnají a automobil nezačne dodržovat bezpečnou vzdálenost mezi vozidly. Po zrychlení předního vozidla dojde k následnému zpětnému zrychlení na přednastavenou původní rychlost. Tento systém funguje díky radarům ve vozidle. Tyto radary dokáží snímat prostor až 300 m před vozidlem, ale pouze v úzkém pásmu. Radary na krátké úseky berou o poznání větší prostor před vozidlem. Je možné i využívat noční vidění, kdy je kamera ve vozidle přisvícena infračerveným světlem a na monitoru jsou vidět i objekty, na které nedopadá světelný kužel. (Ždánský, 2009)

3.2.7 Adaptivní světlomety

Inteligentní naklápěcí světlomety pracují na odezvě polohy natočení volantu, intenzitě zatáčení, rychlosti a míře otáčení vozu okolo své osy. Světlomety zajistí dynamické osvětlení okolního prostředí před vozidlem do vzdálenosti 800 metrů. To je vzdálenost, při jaké je schopný řidič včas zareagovat na jakoukoli překážku na vozovce.

Inteligentní světlomety také spolupracují ze světelným čidlem na čelním okně, díky kterému dokáží rozpoznat nutnost přepnutí denního svícení na běžná potkávací světla. Automaticky také dokáží vypnout dálková světla, když zaznamenají v osvětlujícím prostoru protijedoucí vozidlo nebo, když vůz vjede do osvětleného prostoru, jako je například vesnice. Po opuštění tohoto prostoru, nebo projetí vozidla, se světlomety zase automaticky přepnou na dálková světla. (ibesip.cz)

3.2.8 Asistent rozjezdu do svahu

Pokud vozidlo stojí ve stoupání a má se rozjet, tak asistent zabrání couvnutí vozidla. Pracuje tak, že po dobu 2.5 sekundy zůstane stále tlak v brzdové soustavě a vozidlo tedy stojí i bez nutnosti sešlápnutého pedálu. Tato doba zajistí pohodlné přesunutí nohou na pedály a tím pádem se docílí snazšího rozjezdu. (ibesip.cz)

3.2.9 Automatická parkovací brzda

K zabrzdění vozidla slouží jednoduchý přepínač, který zajistí elektronicky přitlačení brzdového obložení ke kotouči. Tato brzda spolupracuje s jednotkou ESP a vozidlo je tedy zbaveno všech táhel a lanek co byly součástí mechanických ručních brzd. Automatická brzda tedy potřebuje jen systém ESP, který na krátký čas zajistí brzdící tlak a mírně pozměněn brzdový třmen. (ibesip.cz)

3.2.10 Hlídání mrtvého úhlu

Systém hlídání mrtvého úhlu napomáhá řidiči sledovat provoz okolo vozidla, a to přímo v mrtvém úhlu. Mrtvý úhel vzniká díky špatně seřízeným zpětným zrcátkům, nebo špatnou konstrukcí zpětných zrcátek, jako je jejich nedostatečná velikost. Tento systém hlídá okolí pomocí ultrazvukových čidel, a řidiče upozorňuje na přítomnost vozidla v mrtvém úhlu diodou ve zpětném zrcátku. (ibesip.cz)

3.2.11 Multikolizní brzda

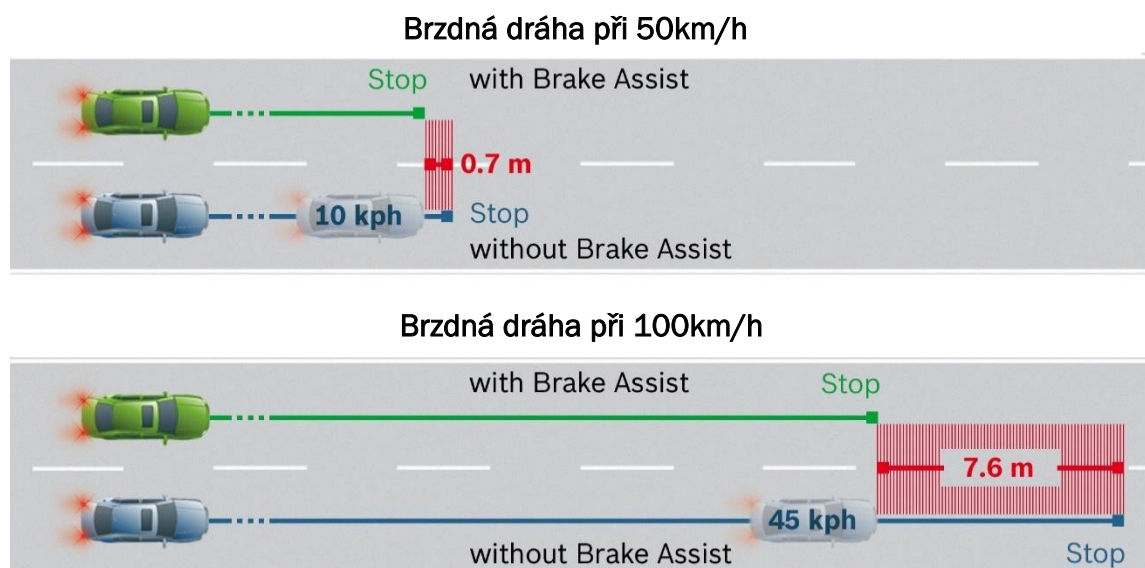
V případě nehody, kdy se stále automobil pohybuje a řidič nemůže zastavit vozidlo, protože je těžce zraněn, nebo podlehl šoku, zareaguje automaticky multikolizní brzda a automobil zastaví. Tento systém v momentu činnosti zapne výstražná světla a brzdová světla, aby bylo vozidlo po nárazu zřetelně vidět. Multikolizní brzda spolupracuje se systémem ESP, díky němuž má přístup k ovládání brzdové soustavy. Řidič tento systém může kdykoliv vypnout, pokud přidá plyn nebo začne sám brzdit. (ibesip.cz)

3.2.12 Systém kontroly tlaku v pneumatikách

Systém snímá rychlost otáčení kol z čidla ABS, které je spojeno s řídicí jednotkou ESP. Podhuštěná pneumatika, nebo pneumatika, na které dochází k netěsnosti, se otáčí rychleji a podle tohoto rozdílu vyhodnotí řídicí jednotka nízký tlak a oznámí to řidiči na informačním panelu. Díky tomu má řidič okamžitý přehled o stavu vozidla a má dostatek času zareagovat a vyřešit situaci. (Vlk, 2006)

3.2.13 Brzdový asistent BAS

Brzdový asistent napomáhá při krizových situacích zvýšit tlak v brzdové soustavě a tím zvýší brzdný účinek. Tato funkce zajistí, že i když řidič dokáže v krizové situaci zareagovat rychle a začít brzdit, nemusí se mu však zajistit nejvyšší možný tlak na brzdový pedál. Systém zajistí tento tlak a tím pádem dokáže snížit brzdovou dráhu vozidla. (ibesip.cz)



Obr. 2 Porovnání brzdné dráhy s BAS a bez BAS (bosch.cz)

Systém BAS získává informace od ABS, z brzdové soustavy a zvyšuje tlak v brzdové soustavě natolik, aby ABS dokázalo regulovat nejvyšší možný brzdový účinek a díky tomu mohl tento systém zastavit vozidlo dříve. Vozidlo s BAS zastavující z padesátikilometrové rychlosti zastaví v momentu, kdy vozidlo bez BAS má ještě rychlost deset kilometrů v hodině. Tato rychlost vytvoří rozdíl v brzdné dráze 0,7m. Při rychlosti 100 km/h je rychlost vozidla bez BAS, v momentu zastavení vozidla s BAS, 45 km/h. Vozidlo pak do momentu zastavení ujede 7,6 m, viz. obr. 2. Tato dráha je měřena na suchém asfaltovém povrchu. (bosch.cz)

3.2.14 Zpětné zrcátko s automatickým zatmíváním

Automatické zatmívání je aktivní při jízdě v nočních hodinách, kdy je možnost, že světla z okolních automobilů mohou řidiče oslňovat díky odrazu světla ve zpětných zrcátkách. V tento moment zrcátka ztmavnou, odraz světla není tak intenzivní, nedochází k oslňování a ke zvýšené únavě řidiče. Zatmívání je možné mít jak na vnitřním zpětném zrcátku, tak i na vnějších zpětných zrcátkách. Systém funguje na intenzitě světla měřeném na vnitřním zpětném zrcátku. Tudíž pokud má vozidlo tónovaná okna, nemusí systém fungovat správně. (Vlk, 2006)

3.2.15 Parkovací asistent

Parkovací asistent Bosch Parkpilot dokáže sám automaticky zaparkovat, i vyparkovat vozidlo. Nejdříve si auto změří parkovací místo, do kterého chceme zaparkovat, pomocí senzorů instalovaných na náraznících. Poté převezme řízení nad vozidlem a řidič ovládá pouze plynový a brzdový pedál. Po celou dobu systém řidiče informuje na vnitřním display o vzdálenosti automobilu od předmětů okolo. Parkpilot využívá snímače vytvářející neslyšitelný zvukový signál, který monitoruje dobu, za kterou se vrátí po odrazu od blížícího se předmětu.

Při opouštění parkovacího místa zajišťuje systém bezpečnost vyjetí z místa tak, že monitoruje prostor za vozidlem. Upozorní řidiče akustickým projevem na blížící se vozidlo až do vzdálenosti 30 metrů za vozidlem. Tento bezpečnostní systém zachytí i menší překážky, jako je chodec, motorkář i cyklista. U těchto překážek není monitorovaná vzdálenost ale tak velká. (Vlk, 2006)

3.2.16 Systém sledování rychlostních limitů

Automobily dnešní doby umějí rozpoznat dopravní značky a upozorňovat na ně řidiče. Jedny z nejdůležitějších jsou značky omezující rychlost. Automobil je rozezná a porovná s aktuální rychlostí vozidla. Pokud je rychlost automobilu vyšší, než je na dopravní značce, upozorní řidiče na skutečnost, že jede rychleji. Automobil může údaje o rychlosti získávat i ze satelitní navigace. Značky, které automobil zaznamenává z přední kamery 100 metrů dopředu, následně zobrazuje na informačním panelu před řidičem. Systém se nazývá TSR – rozpoznání dopravních značek. (ibesip.cz)

3.2.17 Systém sledování jízdního pruhu

Pokud vozidlo jede po komunikaci s vodorovným dopravním značením, tak systém monitoruje prostor před vozidlem. Pokud dojde k neúmyslnému opuštění pruhu, Lane asistent upozorní řidiče na fakt, že opouští jízdní pruh a pokud řidič nereaguje tak systém zpět vrátí vozidlo do jízdního pruhu. Tento systém eliminuje nepozornost řidiče. Lane-assistent není funkční, pokud řidič dá znamení o změně směru. Nefunguje také na místech, kde není viditelné vodorovné značení.

Dodržování jízdního pruhu systémem Bosch je řízeno videokamerou, která snímá kontrast vozovky a dělicí čáry. Funguje, až od rychlosti nad 60 kilometrů za hodinu a je závislé na dobré viditelnosti dělicích čar. Podle toho zaznamenává opuštění jízdního pruhu. Upozorňuje řidiče vibracemi do volantu a zvukovou výstrahou, pokud řidič nereaguje tak vozidlo vrátí do pruhu vyvinutím síly do řízení. (Vlk, 2006)

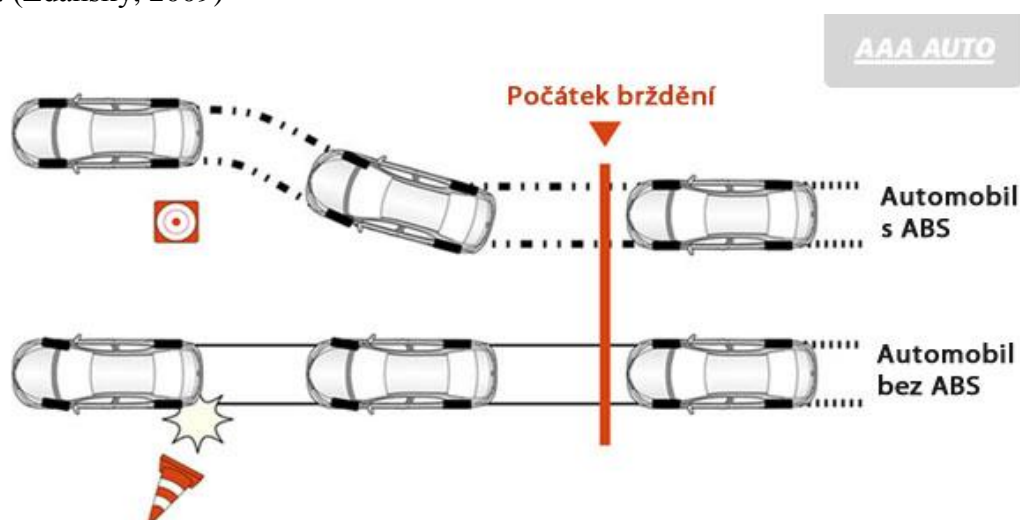
3.2.18 Systém rozpoznání cyklistů a chodců

Toto zařízení funguje na principu radaru v přední části vozidla, nejčastěji za maskou chladiče a kamerou vozidla. Vozidlo díky tomu snímá okolí před sebou a zobrazuje jej na vnitřní obrazovce. Systém dokáže rozlišit, o jaké předměty jde a zobrazuje je rozdílně. Také dokáže rozpoznat cyklistu od vozidla dokonce i od chodce. Upozorňuje řidiče, pokud je nepozorný a přehlédne cyklistu nebo chodce, akustickým varováním a popřípadě má možnost i zasáhnout do brzdového systému a zpomalit vozidlo. Tento systém využívá automobilka Volvo. (ibesip.cz)

4 PROTIBLOKOVACÍ BRZDOVÝ SYSTÉM (ABS)

4.1 Princip funkce ABS

Protiblokovací brzdový systém zajišťuje směrovou stabilitu a možnost ovládat vozidlo i v kritických momentech jako je prudké brždění, nebo ztráta adheze v důsledku snížení odporu tření vozovky. V případě, kdy řidič potřebuje urychleně zabrzdít, sešlápne brzdový pedál a tím pádem vytvoří vysoký tlak v brzdové soustavě, tím dojde k okamžitému zablokování kol. Proto tzv. zátěžová regulace začne v krátkých intervalech tento tlak snižovat a docílí k odvalování pneumatiky po povrchu vozovky. Toto se děje až šestnáctkrát za vteřinu. Díky tomuto systému se stává vozidlo ovladatelné a reaguje na natočení volantu. Bez tohoto systému se vozidlo stává neřiditelné a smýká se po dráze nejnižšího odporu. Dnešní moderní systémy ABS spolupracují se systémy rozdělování brzdného účinku, které vyhodnocují jak velký brzdný tlak je potřebný na každém jednotlivém kole k dokonalému a nejrychlejšímu zastavení. Každé kolo je vybaveno snímačem rychlosti otáčení, který posílá signál řídicí jednotce. Pokud jednotka dostane signál o zastavení kola, tak ihned sníží brzdný tlak na tomto kole a tím ho uvede znovu do pohybu. ABS na povrchu s dobrou adhezí zajistí zkrácení brzdné dráhy. Avšak při snížení adheze, jako je mokrá vozovka, nedojde ke zkrácení brzdné dráhy. Větším přínosem k bezpečnosti je stále ovladatelné vozidlo i za cenu mírného prodloužení brzdné dráhy. (Ždánský, 2009)



Obr. 3 Ukázka funkce ABS (aaaauto.cz)

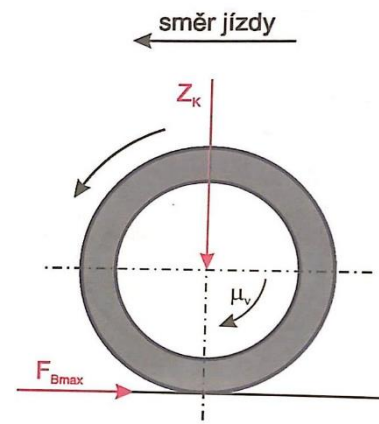
4.2 Fyzikální podmínky při brždění

4.2.1 Brzdná síla na kole vozidla

Přenesení maximálního brzdného účinku kola na vozovku ($F_{B\ max}$), je závislé na zatížení kola (Z_K) a na velikosti tření kola o vozovku.

$$F_{max} = \mu * Z_K [N]$$

Toto tření se nazývá součinitel adheze [μ]. Nejvyšší součinitel adheze je na suchém asfaltovém, nebo betonovém povrchu ($\mu = 0,7$ až $1,00$). Tento součinitel se snižuje s přibývajícím nečistotami na vozovce, nebo díky dešti či ledu ($\mu = 0,05$ až $0,1$). Při vysoké rychlosti a nízkém součiniteli valivého odporu může při intenzivním brždění docházet k zablokování kol. Vozidlo se stává neřiditelné, protože zablokované kolo není schopno přenést žádnou boční sílu. (Ždánský, 2009)



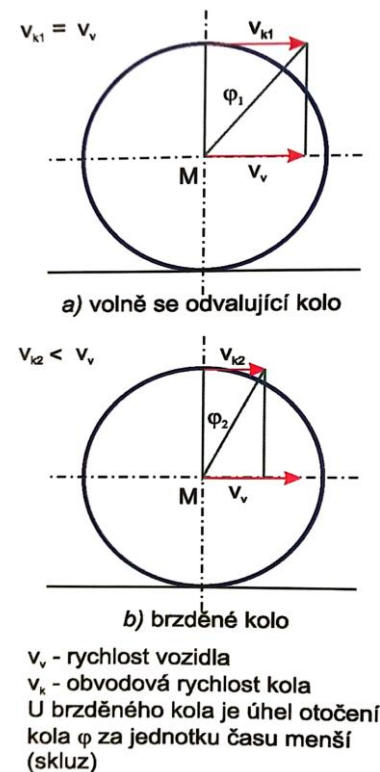
Obr. 4 Brzdná síla na kole (Ždánský, 2009)

4.2.2 Skluz

Skluz [s], ztráta tření mezi povrchem a pneumatikou se dá vyjádřit jako rozdíl mezi rychlostí vozidla v_v a obvodovou rychlostí kola v_k .

$$s = \frac{v_v - v_k}{v_v} * 100 [\%]$$

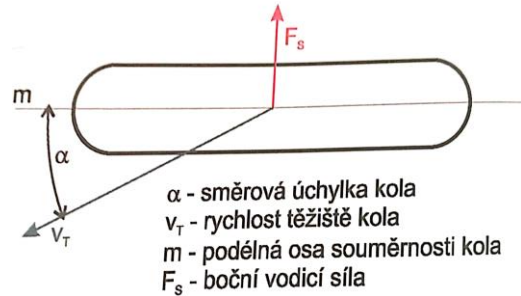
Pokud se kolo neodvaluje, je skluz nejvyšší ($v_k = 0$ a $s = 100\%$), odvalující se kolo má skluz nejnižší ($v_k = v_v$ a $s = 0\%$). Na skluzu kola závisí i součinitel adheze μ_v , který dosahuje nejvyšší hodnoty při skluzu kola 10% až 40% , jak dokazuje obr. 7. Částečné brždění zobrazuje stoupající křivka, stabilní oblast (a). Nestabilní oblast (b) znázorňuje regulaci brzdné síly pomocí ABS, tak aby nedocházelo k zásadnímu snížení adheze a vozidlo bylo stále ovladatelné.



Obr. 5 Odvalování kola (Ždánský, 2009)

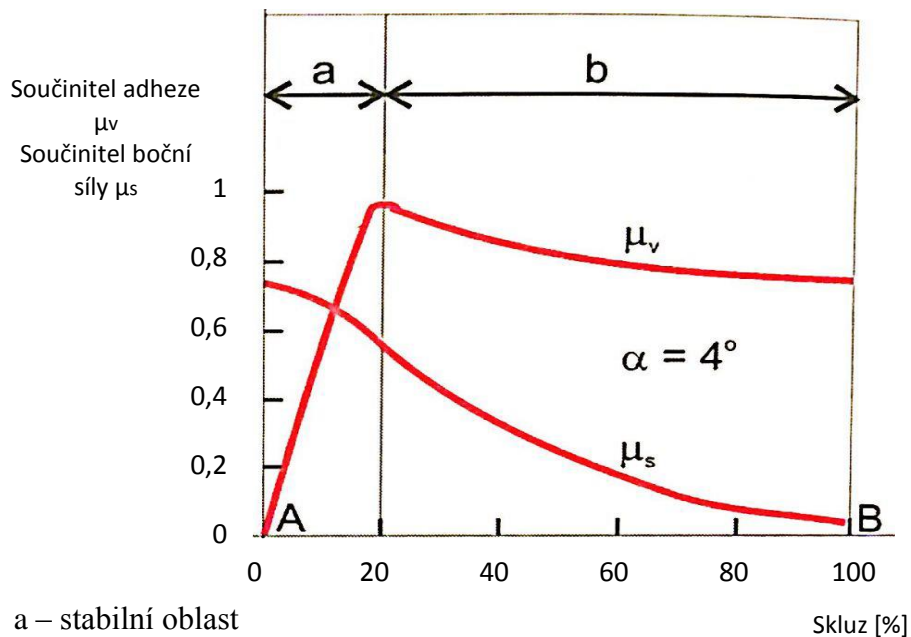
Při jízdě zatáčkou dochází k působení odstředivé síly na vozidlo a proti ní musí působit boční vodící síla na každém kole.

Tato síla se tvoří jen na pružně se deformující pneumatice. Směrová odchyłka α vznikne mezi vektorem rychlosti kola v_t a podélnou rovinou souměrnosti kola m . Podle grafu je patrné ze závislosti součinitele adheze a boční síly skluzu, že při nulovém skluzu je boční síla nejvyšší a s přibývajícím skluzem klesá, až do nejnižší hodnoty, které dosahuje při zablokovaném kole ($s = 100\%$).



Obr. 6 Směrová úchylka kola při jízdě zatáčkou (Ždánský, 2009)

Součinitel adheze a boční síly v závislosti na skluzu a směrové úchylce



A – volně se odvalující kolo
 B – blokující kolo

Obr. 7 Součinitel adheze a boční síly v závislosti na skluzu a směrové úchylce (Ždánský, 2009)

4.3 Historie protiblokovacích brzdových systémů

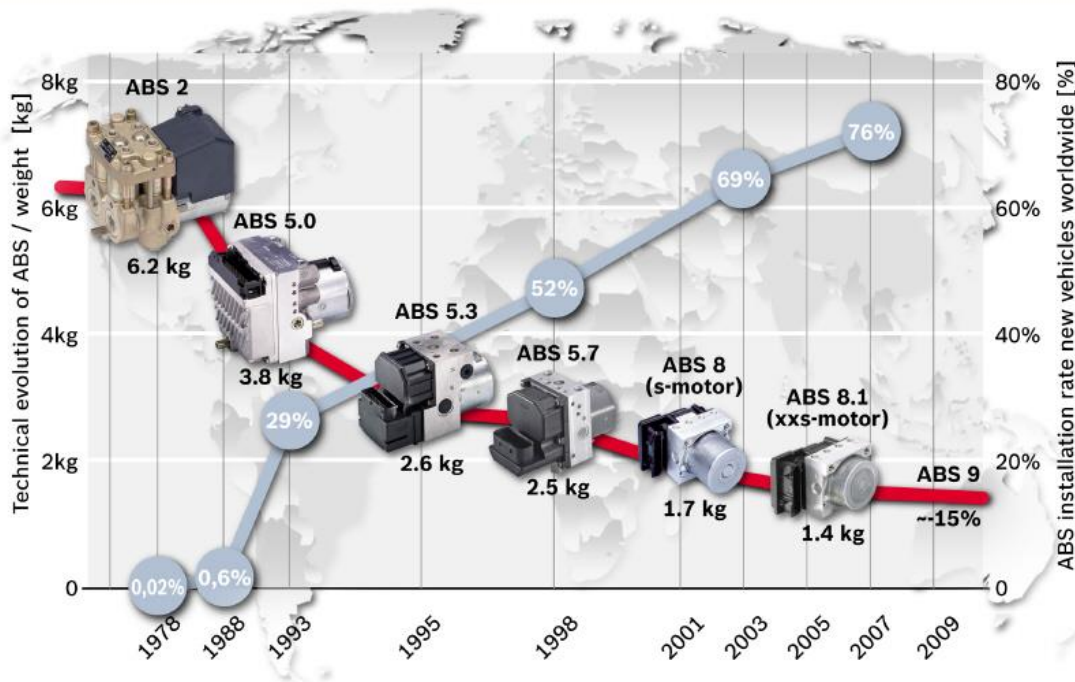
Již od dvacátých let minulého století je známý tento systém, ale do osobních vozidel se dostal až v šedesátých letech. V padesátých letech se tento systém dostal poprvé do výroby a byl používán výhradně v leteckém průmyslu. Byl to předchůdce moderního ABS od firmy Bosch. Systém fungoval výhradně mechanicky a jmenoval se Maxaret a sestrojila ho britská společnost Dunlop. Do automobilu se tento předchůdce dostal až v sedmdesátých letech a to do vozidla Jensen Interceptor FF. Maxaret byl do tohoto vozidla značně pozměněn a díky tomu bylo toto vozidlo velice drahé. Pro značnou nespolehlivost tento systém Maxaret zanikl s ukončením výroby tohoto automobilu a dále se nezdokonaloval a nerozšiřoval.

Prvním elektronicky řízeným systémem ABS se stal na počátku sedmdesátých let tzv. „sure brake“, který vyvinula americká firma Bendix Corporation ve spolupráci s firmou Chrysler. Tento systém se chlubil tříkanálovou koncepcí se čtyřmi indukčními snímači a od roku 1971 se instaloval jako doplňková výbava do vozu Chrysler Imperial. Do Evropy se ABS dostalo v roce 1975 od společnosti Bosch, která na svém prvním systému Bosch 2S spolupracovala s automobilkou Mercedes-Benz. Ta jej představila v roce 1978 jako volitelnou výbavu u svého špičkového modelu třídy S (W116). Velmi brzy tento systém začala nabízet i automobilka BMW ve svém luxusním modelu řady 7 (E23).

V roce 1985 se proslavil Ford Scorpio Mk1 tím, že jako první vozidlo na světě bylo sériově vybaveno systémem ABS ve všech verzích. Byl to systém Mk2 od společnosti Teves. Ta dodávala systém i do vozidel Volkswagen Golf II GTI či Corrado G60.

V roce 1989 Bosch představil druhou generaci zvanou Bosch 2E, která přinesla sloučení hydraulické a elektronické části v jednom. O čtyři roky později byl vývoj tak daleko, že generace Bosch 5.0 byla o polovinu lehčí. V roce 1996 přišel Bosch 5.3 a poté vylepšený model 5.3/5.7 v roce 2000. Zatím nejmodernější systém je ABS Bosch 9. Od roku 2004 musí být ABS součástí každého nově homologovaného vozidla v Evropské unii.

30 Years of Safe Braking with Bosch ABS



Obr. 8 Vývoj ABS Bosch za 30 let (jpmagazine.com)

4.4 ABS Bosch

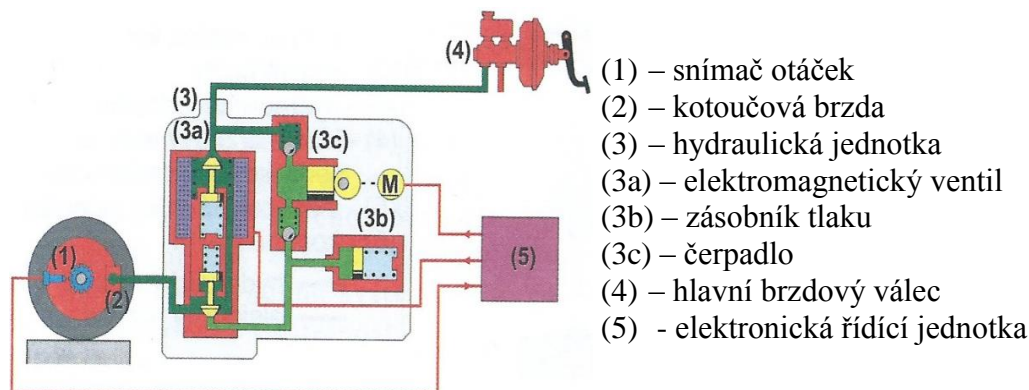
4.4.1 Princip činnosti ABS Bosch 2S

Tento protiblokovací systém se začal sériově vyrábět v roce 1978 a bylo jej možno integrovat do vozidla beze změn na základní brzdové soustavě. Byl schopen reagovat čtyřikrát, až desetkrát za sekundu.

Snímače na předních kolech a snímač na pastorku stálého převodu na zadní nápravě měří otáčky kol během jízdy, pokud se jedná o třísnímačový systém. Čtyřsnímačový systém je vybaven i na zadní nápravě samostatnými snímači na každém kole. Dojde-li do řídicí jednotky signál o možném zablokování kola, aktivuje v hydraulické jednotce elektromagnetické ventily na požadovaném kole. Kola na přední nápravě jsou regulovány individuálně elektromagnetickými ventily, aby se dosáhlo maximálního brzdného účinku. Na zadní nápravě se brzdný tlak řídí podle kola s nižším adhezním součinitelem, jedná-li se o dvouokruhovou brzdovou soustavu „přední, zadní“ okruh. Při diagonálním uspořádání, nebo do trojúhelníku, je zadní náprava ovládána stejně jako ta přední. (Ždánský, 2009)

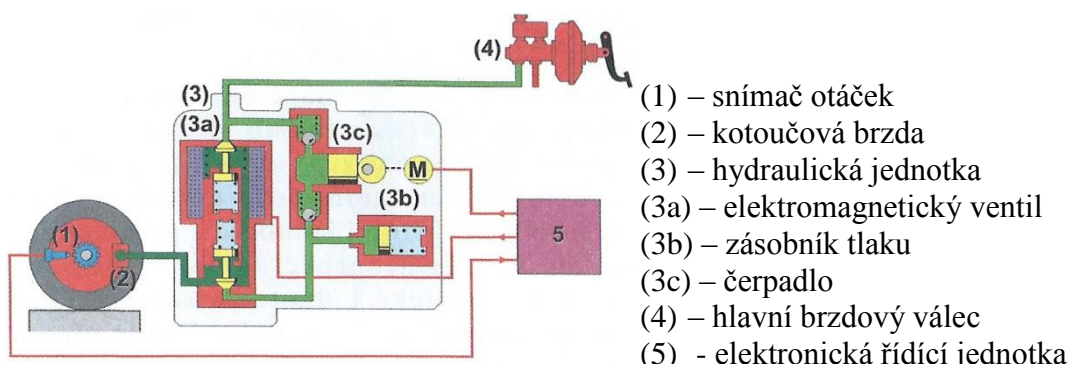
Řídicí jednotka spíná do třech různých poloh elektromagnetické ventily:

- **Zvýšení tlaku** – do elektromagnetického ventilu (3a) nepřichází proud a díky tomu spojuje hlavní brzdový válec (4) s kolovou brzdou (2). Tlak v brzdě může vzrůstat. (Ždánský, 2009)



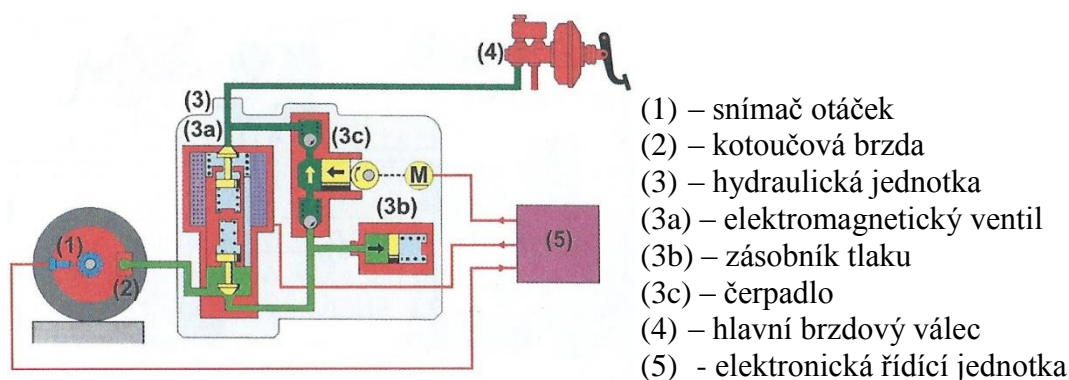
Obr. 9 Zvýšení tlaku (Ždánský, 2009)

- **Udržení tlaku** – do elektromagnetického ventilu (3a) vstupuje pouze polovina maximálního proudu. Hlavní brzdový válec (4) je oddělován od brzdy kola (2) elektromagnetickým ventilem. Díky tomu zůstává v brzdě kola konstantní tlak. (Ždánský, 2009)



Obr. 10 Udržení tlaku (Ždánský, 2009)

- **Snížení tlaku** – do vinutí elektromagnetického ventilu (3a) je přiváděn maximální proud. Ventil oddělí hlavní brzdový válec (4) a spojí kolový brzdový váleček (2) se zpětným odtokem. Díky tomu dojde ke snížení brzdného tlaku na příslušném kole. Brzdová kapalina se nejprve dostane do zásobníku tlaku (3b) odkud je přečerpána čerpadlem (3c), pomocí zpětných ventilů zpátky do příslušného brzdového okruhu. Tuto polohu elektromagnetický ventil udržuje do chvíle, než dojde k určitému zrychlení kola. Poté se přepne ventil do polohy „udržení tlaku“, díky čemuž vzroste tlak v brzdě a celý cyklus se opakuje. (Ždánský, 2009)



Obr. 11 Snížení tlaku (Ždánský, 2009)

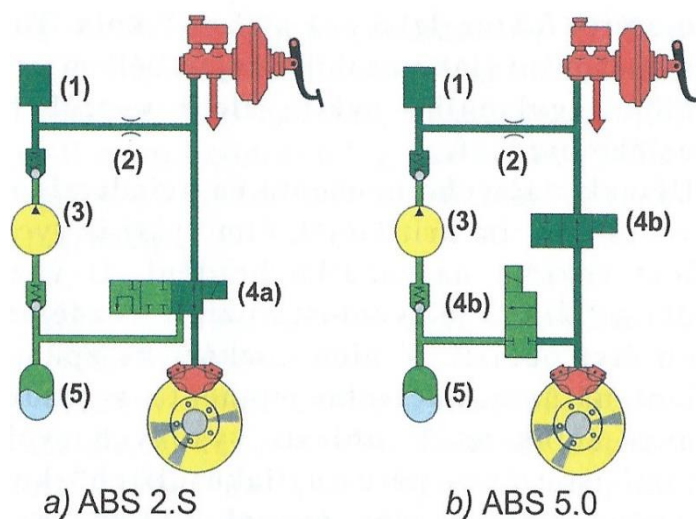
4.4.2 Princip činnosti ABS Bosch 5.0

Protiblokovací systém ABS Bosch 5.0 vznikl jak modernizované a značně vylepšené ABS 2S. Nejvýznamnější vylepšení na tomto systému je, že používá na svoji funkčnost dva dvoucestné elektromagnetické ventily, které ovládají hydraulické jednotky. Dalším velice závažným a významným pokrokem je, že na vše dohlíží a řídí elektronika. Systém ABS 5.0 je řízen softwarem, který získává a sbírá data ze snímačů v kolech a potom je vyhodnocuje. Díky faktu, že derivace rychlosti podle času je zrychlení, tak podle toho porovnává zrychlení na jednotlivých kolech. Z těchto údajů o rychlosti se vypočítá skluz kola. Systém se snaží docílit, aby skluz kola s nejvyšší možnou adhezí byl v nejlepším případě blízko referenční rychlosti vozu. (Ždánský, 2009)

Díky tomu, že celou funkci zajišťuje software, muselo být zavedeno opatření, aby se zjistilo, jestli software pracuje správně. Proto všechnu funkci zajišťují a vyhodnocují dva stejné mikroprocesory pracující paralelně. Vůči sobě porovnávají výsledky, a pokud nedojde ke shodě, je to vyhodnoceno jako závada systému a tím pádem je ABS vyřazeno z funkce a rozsvítí se varovná kontrolka.

Při každém rozjezdu vozidla při překročení rychlosti šest kilometrů za hodinu se provede kontrola činnosti elektromagnetických ventilů a elektromotoru čerpadla díky jejich krátkodobému vybuzení. Elektronika systému 5.0 kontroluje i neustále funkci všech akčních členů např. připravenost čerpadla, nebo aktivační časové intervaly elektromagnetických ventilů a další.

Pokud je zaznamenána jakákoli závada na systému, je vyřazen z funkce a rozsvítí se na přístrojové desce kontrolka ABS. Všechny chyby se ukládají do paměti řídicí jednotky a je možné je vyčíst pomocí diagnostické zásuvky umístěné ve vozidle. (Ždánský, 2009)

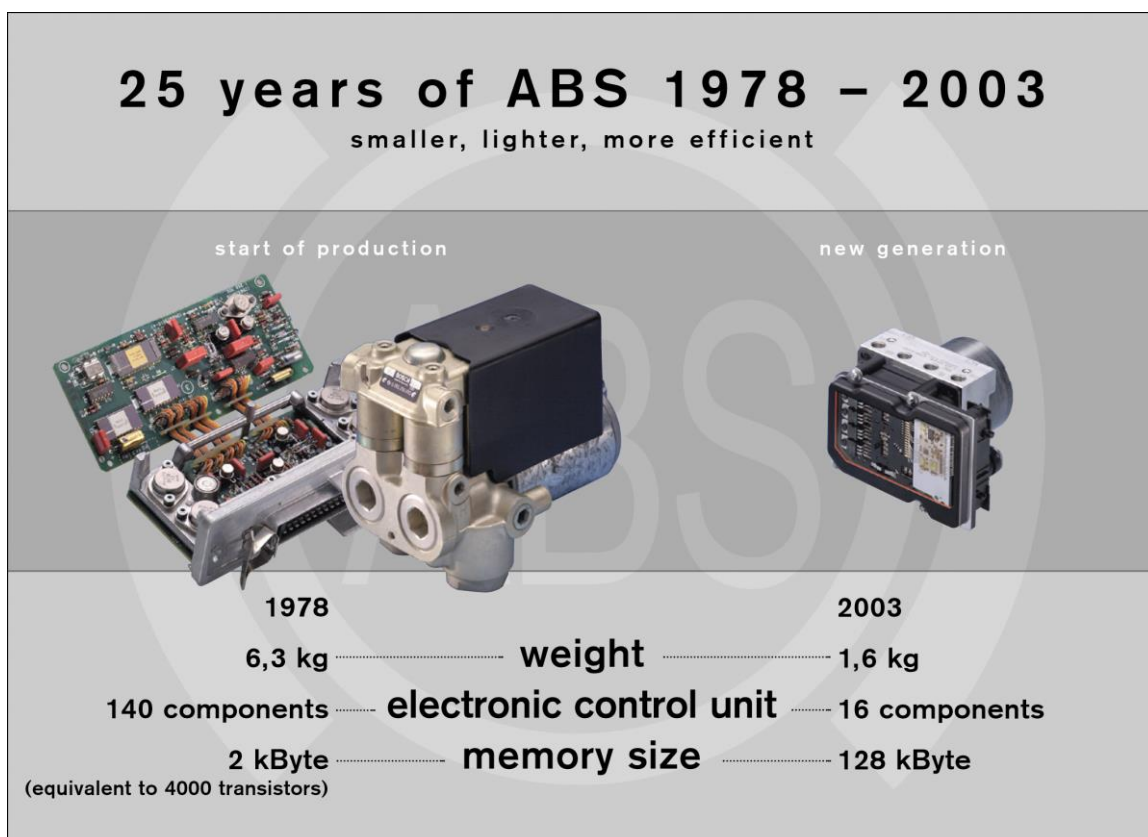


- (1) – tlumič tlakových rázů
- (2) – škrťací tryska
- (3) – čerpadlo
- (4a) – 3/3 cestný ventil
- (4b) – 2/2 cestný ventil
- (5) – zásobník tlaku

Obr. 12 Porovnání systémů Bosch ABS (Ždánský, 2009)

4.4.3 Princip činnosti ABS Bosch 8.0

Bosch 8.0 je jedním z posledních nejmodernějších systémů ABS, které jsou dostupné na trhu. Jeho váha je zredukována na pouhých 1,6 kilogramů a zástavbové rozměry byly také zmenšeny. Tento systém byl představen v roce 2003 a dodnes je vylepšován. Tato verze je již konstrukčně připravena na sdružení s dalšími bezpečnostními systémy jako je ESP (elektronický stabilizační program) a TCS (kontrola trakce). Vnitřní paměť této verze dosahuje 128 kBytů. Pomocí řídicích jednotek a velikosti vnitřní paměti je tento systém rychlejší a podle získaných dat může pomoci společně pracujícím systémům efektivněji a rychleji stabilizovat vozidlo než předchozí generace. (bosch.com)



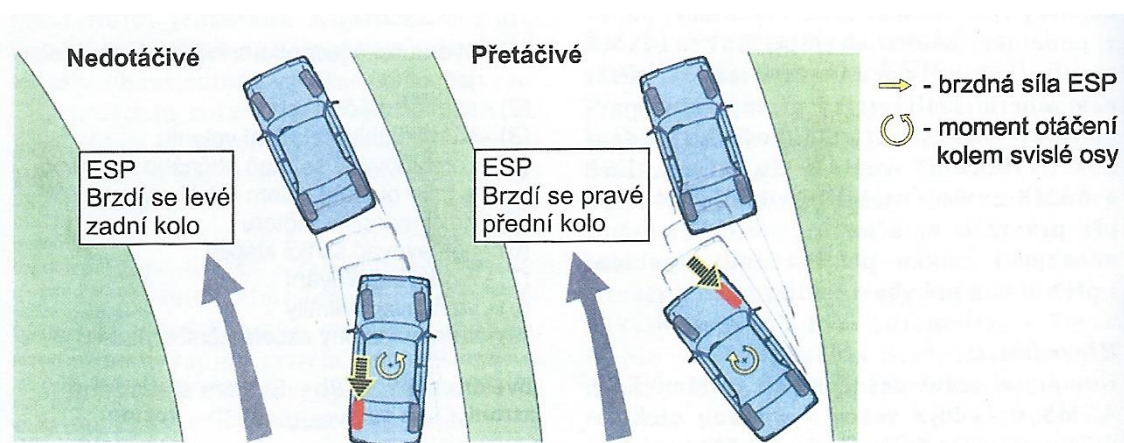
Obr. 13 Srovnání Bosch ABS 2.0 a Bosch ABS 8.0 (bosch.cz)

5 ELEKTRONICKÝ STABILIZAČNÍ SYSTÉM (ESP)

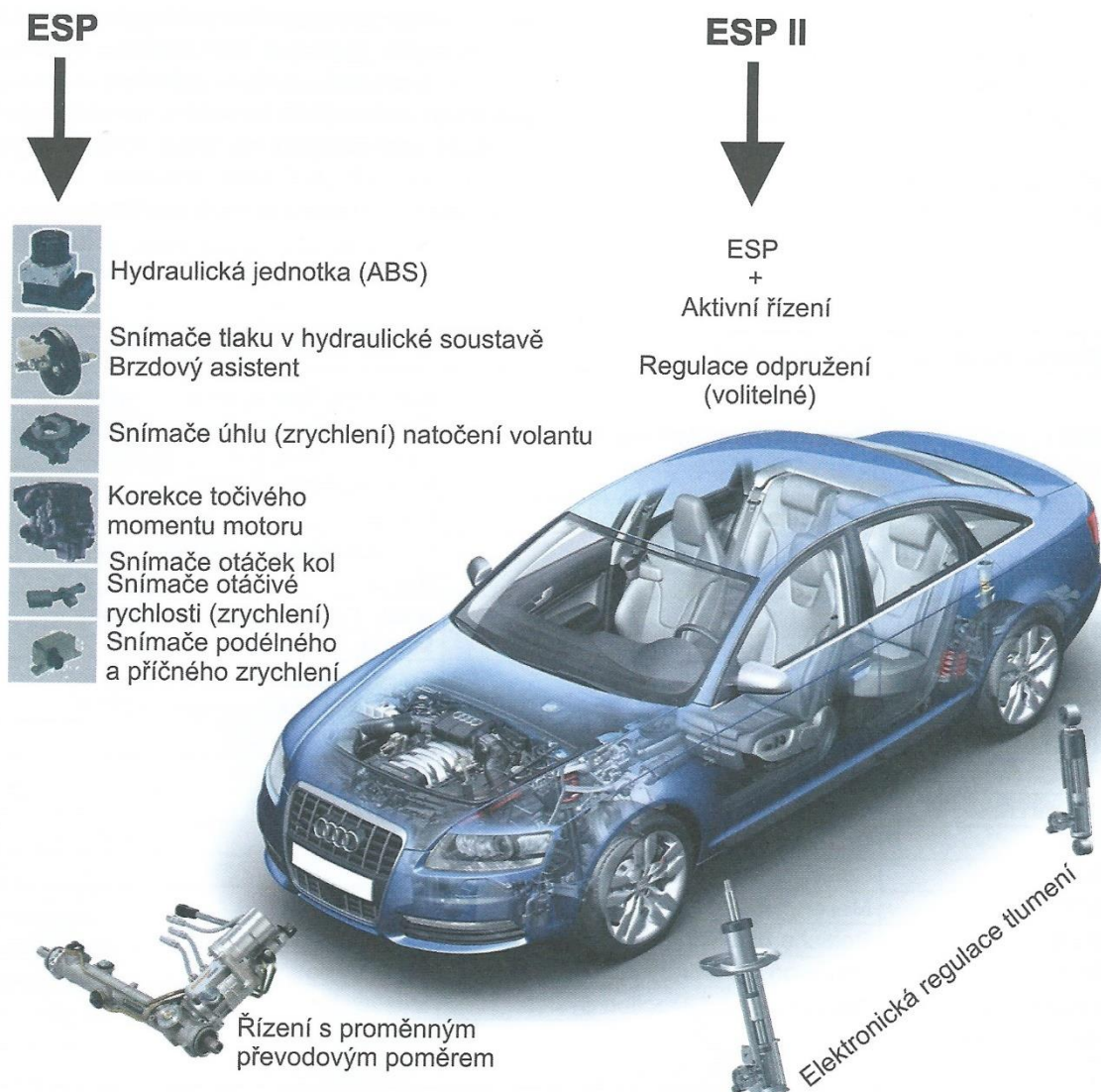
5.1 Princip a jeho funkce

Systém regulace dynamiky jízdy napomáhá udržet stabilitu vozidla i v kritických situacích jako je vysoká rychlost, nebo intenzivní brždění či akcelerace. ESP spolupracuje se systémy ABS a ASR. Oproti ABS a ASR, které zajišťují stabilitu vozidla při podélném směru, ESP se stará, aby vozidlo bylo stabilní i ve směru příčném. Vozidlo, které se dostalo do smyku, je třeba stabilizovat pomocí brždění a snížením točivého momentu motoru. Systém vyhodnocuje chování vozidla a podle dat je schopen zjistit jak moc a které kolo má přibrzdit a na jakou hodnotu má omezit točivý moment vozidla. Díky sofistikovanému softwaru je možno zajišťovat stabilitu při jakékoliv rychlosti vozidla.

Regulace ESP vychází z protiprokluzových a protiblokovacích systémů, ale také z polohy natočení volantu, což znamená, že systém stabilizuje vozidlo do směru natočení kol. To je velice negativní prvek, protože jej může ovlivnit řidič nesprávným vyhodnocením situace. Jako opatření proti těmto nechtěným zásahům řidiče bylo ve vývoji stabilizačního systému použito aktivní řízení. Nejedná se však o automatické řízení vozidla, ale jde pouze o malou korekci řízení, do které může řidič kdykoli zasáhnout a vozidlo tedy ovládat. Díky tomu ESP 2. generace dokáže rychleji a účinněji stabilizovat vozidlo jak při brždění tak i při jízdě a zrychlení. ESP 2. generace je dále vybaveno aktivním odpružením vozidla, které dokáže napomoci s říditelností vozidla při náklonu v zatáčce. (Ždánský, 2009)



Obr. 14 Regulace jízdních vlastností pomocí ESP (Ždánský, 2009)



Obr. 15 Schéma ESP 2. generace (Ždánský, 2009)

Na obr. 15 jsou zobrazeny části ESP první generace a zároveň systémy, kterými je doplněno ESP 2. generace, jako je aktivní řízení, běžně používané, nebo regulace odpružení, které se používá u značně dražších vozidel. (Ždánský, 2009)

ESP může být dále vybaveno funkcí DSR, která oproti ESP 2. generace vytváří pouze impuls do volantu na stranu, na kterou by měl řidič vozidlo nasměrovat, aby zabránil neovladatelnosti vozidla. Tato funkce je tedy pouze jako rádce, takže nemá funkci aktivního řízení. Díky tomu je tento systém jednodušší, protože pro svoji funkci používá pouze elektronický posilovač řízení. (Ždánský, 2009)

Díky fungování systému plně elektronicky, je možné přidávat funkce bez jakéhokoliv konstrukčního zásahu. Je tedy možné vybavit systém funkcí stabilizace přívěsu, která dokáže vyhodnotit otáčivý moment vozidla díky tzv. vlnění přívěsu zapříčiněnému povětrnostními podmínkami, nebo povrchem vozovky. Systém okamžitě začne přibrzďovat kola tak, aby vyrovnal silový účinek a srovnal vozidlo i s přívěsem do požadovaného směru. (Ždánský, 2009)

Další, velice dobrou funkcí je tzv. systém sušení brzdových kotoučů. Funguje na principu zahřívání brzdy třením a tím pádem odstranění vody z brzdové části kotouče i desek. Funkce nijak nezpomaluje vozidlo ani jinak nemění dynamiku vozidla, protože tření mezi brzdovými částmi je nepatrné. Díky dešťovému senzoru a aktivaci stěračů, ESP zaznamená, že vozidlo jede v dešti, nebo sněhu a to jsou podmínky, díky kterým uvede tento systém do provozu. Není možné, aby tento prvek byl aktivní i v době, kdy není potřeba jej využívat. (Ždánský, 2009)

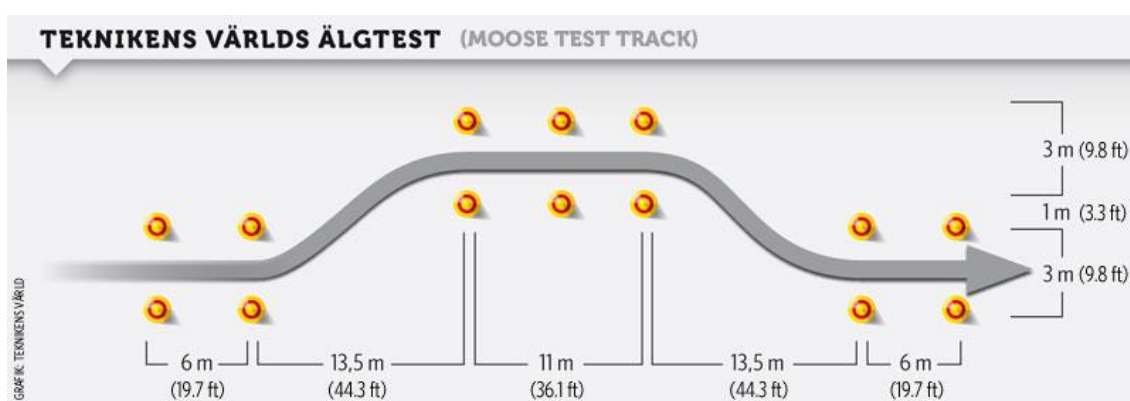
ESP se využívá i k funkci rozjezdu ve stoupání. Zajišťuje při rozjezdu ve stoupání až dvě vteřiny vozidlo zabrzděné a umožní rozjezd bez couvnutí. K funkci systému je nutné znát polohu plynového a spojkového pedálu, aby se nemařila energie zbytečným brzděním vozidla. (Ždánský, 2009)

U posledních modelů ESP se můžeme setkat i se systémy, které dokáží předvídat prudké brzdění a tím napomoci k dřívějšímu zastavení vozidla. Dosáhne se toho pomocí snímání rychlosti sundání nohy z pedálu plynu. Ve chvíli kdy k tomu dojde rychle, systém po dobu půl vteřiny zvýší tlak v brzdové soustavě, a pokud nedojde k brzdění, zase ho sníží. Tato funkce napomáhá ke snížení prodlevy náběhu tlaku a tak dokáže snížit brzdovou dráhu vozidla. (Ždánský, 2009)

Nechtěným prvkem při dlouhém brzdění je tzv. vadnutí brzd, ale tento jev je také možné díky ESP eliminovat. Vadnutí vzniká při přehřívání brzd, nebo při výskytu mastnoty a nečistot. Zabraňuje se tomuto jevu zvyšováním tlaku v brzdovém systému. Při detekování začínajícího snižování brzdného účinku se začne zvyšovat tlak až do hodnoty 8-9 MPa. To je hodnota, při které je předpoklad k zablokování kol, pokud se tak neděje, jednotka tlak zvyšuje do svého maxima, ohraničeným limitou, dochází k zásahu systémem ABS. (Ždánský, 2009)

6 LOSÍ TEST

Jízdní test pochází ze Švédska, kde je užíván už desetiletí, aby prověřil chování automobilu a ovladatelnost při prudkém vyhybacím manévru. Manévr simuluje nečekané vyhnutí překážky v jízdním pruhu a následné okamžité vrácení se z protisměru do stávajícího jízdního pruhu. Všechny vzdálenosti jsou dané instrukcemi testu a jsou vyneseny v obr. 16. Plně zatížené vozidlo projíždí tuto vytyčenou dráhu stále dokola a při každé další jízdě zvyšuje svoji rychlost. Test končí ve chvíli, kdy vozidlo shodí jakýkoliv kužel, nebo se dostane do smyku.(teknikensvarld.se)



Obr. 16 Přesné rozmístění kuželů při losím testu (teknikensvarld.se)

Losí test není oficiální a není směrodatný jako Euro NCAP, kterými musí každé vozidlo schválené pro provoz na území EU projít. Test je pouze orientační a vozidlo na něj není nijak připravováno. Většina automobilů losí test absolvují v rychlostech 60-80 km/h. Nejhorší a nečekaný výsledek předvedl v roce 1997 Mercedes-Benz třídy A, který se při rutinním testu převrátil v rychlosti 60km/h. Mercedes-Benz se zachoval k tomuto výsledku zodpovědně a všechny vozy dodatečně vybavil systémem ESP. Tím se Mercedes-Benz stal první automobilkou, která instaluje ESP do třídy malého vozu jako základní výbavu. Automobilku to stálo nemalé peníze, avšak napravila image firmy a hlavně zabránila katastrofálním následkům. Automobil vybavený systémem ESP zvládl test v rychlosti 61 km/h. Prodloužená verze představená v roce 2000, díky svému lepšímu vyvážení projela dráhu v rychlosti 65 km/h. Současný model Mercedesu třídy A zvládne tento test v rychlosti 69 km/h.

Tab. 1 Technické údaje Mercedes-Benz W168 (katalog-automobilu.cz)

Mercedes A (W168) 160		
Testováno v roce	1997	
rok výroby	1998-2004	
maximální rychlost	60	km/h
ESP	NE	
délka	3606	mm
šířka	1719	mm
výška	1587	mm
Pohotovostní hmotnost	1155	kg



Obr. 17 Mercedes-Benz W168 bez ESP (autolexicon.net)

Tab. 2 Technické údaje Mercedes-Benz W168 (katalog-automobilu.cz)

Mercedes A (W168) 160		
Testováno v roce	1997	
rok výroby	1998-2004	
maximální rychlost	61	km/h
ESP	ANO	
délka	3606	mm
šířka	1719	mm
výška	1587	mm
Pohotovostní hmotnost	1155	kg



Obr. 18 Mercedes-Benz W168 s ESP (focus.de)

Tab. 3 Technické údaje Mercedes-Benz W168 Long (katalog-automobilu.cz)

Mercedes A (W168) Long 160		
Testováno v roce	2000	
rok výroby	2001-2004	
maximální rychlost	65	km/h
ESP	ANO	
délka	3838	mm
šířka	1764	mm
výška	1595	mm
Pohotovostní hmotnost	1270	kg



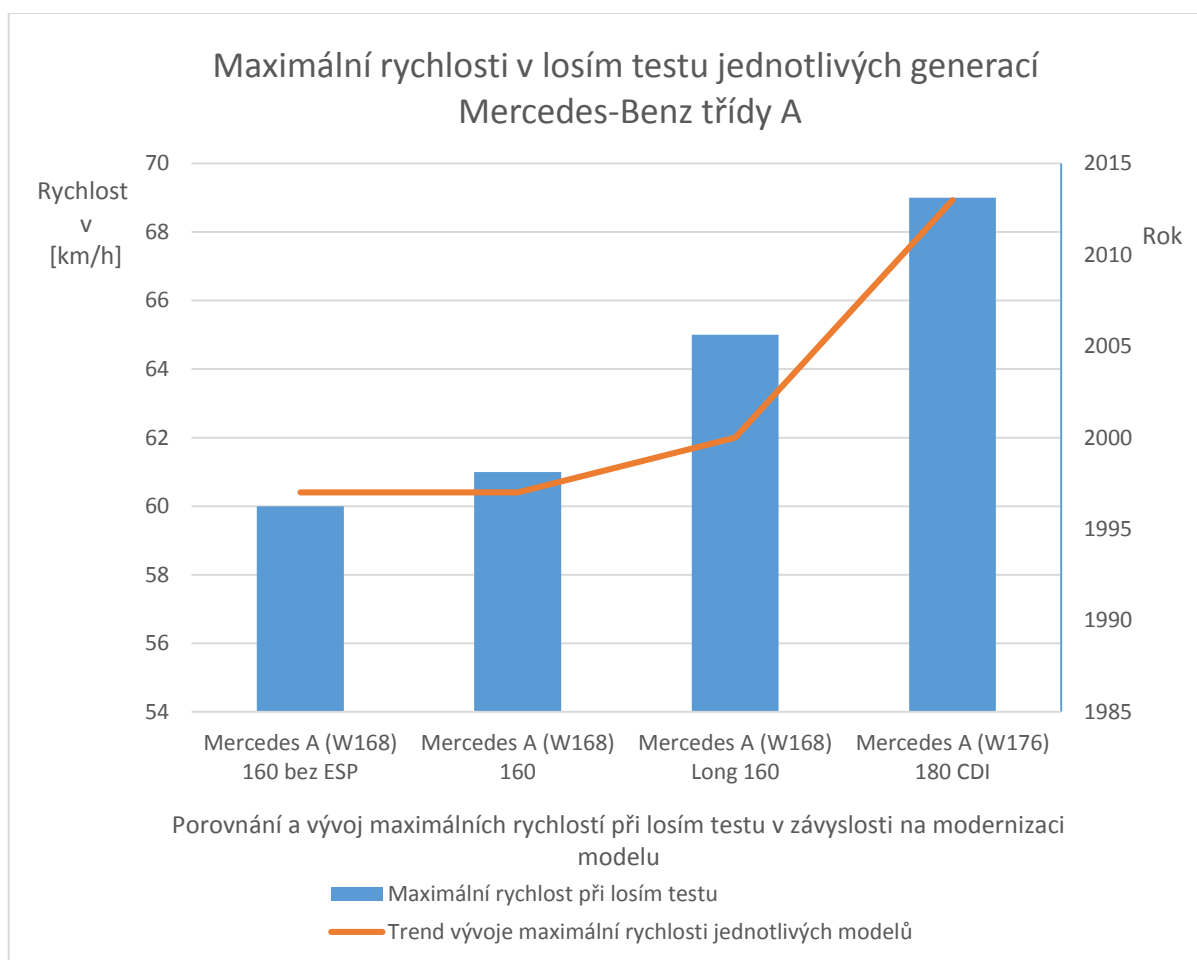
Obr. 19 Mercedes-Benz W168 Long (driveboom.ru)

Tab. 4 Technické údaje Mercedes-Benz W176
(katalog-automobilu.cz)

Mercedes A (W176) 180 CDI		
Testováno v roce	2013	
rok výroby	2012+	
maximální rychlost	69	km/h
ESP	ANO	
délka	4292	mm
šířka	1780	mm
výška	1433	mm
Pohotovostní hmotnost	1445	kg



Obr. 20 Mercedes-Benz W176
(i.wheelsage.org)



Obr. 21 Porovnání maximálních rychlostí při losím testu jednotlivých generací automobilu Mercedes-Benz třídy A

Podle grafu na obr. 21, je znatelný nárůst maximální rychlosti jednotlivých generací Mercedesu třídy A při losím testu, a tím zvýšení ovladatelnosti vozidla v krizových situacích, v závislosti na roku výroby. Podle technických parametrů vozidel, každá novější generace je těžší a větší než předchozí. Z grafu je patrné, že čím novější generace je, tím je stabilnější a rychlejší. To je přesně ten vývoj, jaký je žádoucí, a ten je značnou mírou zajištěn dokonalým nalaďením elektronických asistentů, jakým je především ESP, ale také ABS a ASR.

7 ZÁVĚR

Bezpečnostní systémy motorových vozidel mají za úkol předejít havárii, nebo v opačném případě snížit následky autonehody. Instalací všech moderních systémů do vozidel je účinně sníženo riziko havárie a vozidlo je bezpečnější než dříve.

Systémy zajišťují lepší ovladatelnost vozidla a efektivně snižují fyzickou i psychickou únavu řidiče. Díky tomu napomáhají ke zvýšení bezpečnosti silniční dopravy. Zlepšení jízdních vlastností je především ve snížení brzdné dráhy vozidla a ovladatelnosti v krizových situacích. Bezpečnostní systémy zasahují ve chvílích, kdy řidič nestačí dostatečně reagovat a snaží se snížit fatální následky.

Pomocí brzdového asistentu BAS je vozidlo schopné snížit brzdou dráhu z padesáti kilometrové rychlosti až o 0,7 m a z rychlosti 100 km/h sníží brzdou dráhu o 7,6 m. Ve chvíli kdy vozidlo s asistentem zastaví, vozidlo bez něj má stále rychlost 45 km/h, což může mít naprosto katastrofální následky. Viz. kap. str.17 brzdový asistent BAS.

Všechny bezpečnostní systémy neustále procházejí vývojem a zdokonalováním ve své funkci a nahrazují tak zastaralé systémy. Vývoj se snaží sdružit jednotlivé funkce do jednoho systémů a tak dokázat snížit hmotnost a potřebu jednotlivých systémů. Ukázkou je především systém ESP, který dokáže sdružit více funkcí jednoduchým elektronickým konfigurováním.

Většina bezpečnostních systémů jsou stále pouze jako příplatková výbava, avšak již velká část se stala, jako standardní povinnou výbavou. Příkladem je systém ABS, který musí mít každé nově vyrobené vozidlo používané v Evropě od roku 2004. Ostatní bezpečnostní systémy jsou používány ve standardní výbavě u vozidel luxusnějších značek, ale jako běžným standardem se stává i ASR a ESP.

Je dokázáno, že bezpečnostní systémy dokáží zamezit vzniku havárie, popřípadě jejich následkům, ale stále nejvíce ovlivňující prvek je řidič samotný. Systémy se snaží předvídat chování řidiče a následně podle toho pomáhat, ale vždy vozidlo ovládá řidič, který je za něj také odpovědný.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. VLK, František. *Automobilová elektronika 1: Asistenční a informační systémy*. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3.
2. JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jiří ČUPERA. *Automobily 1: Podvozky*. 2., aktualiz. vyd. Brno: Avid, 2009. ISBN 978-80-87143-11-7.
3. CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU. *Aktivní a pasivní prvky bezpečnosti motorových vozidel* [online]. 2015 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/clanky/aktivni-a-pasivni-prvky-bezpecnosti-motorovych-vozidel/>
4. BESIP. *Moderní technologie vozidel* [online]. 2012 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel>
5. AUTO.CZ. *Třibodové bezpečnostní pásy v osobních automobilech slaví 50 let*. [online]. 2009 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/tribodove-bezpecnostni-pasy-v-osobnich-automobilech-slavi-50-let-5114>
6. ŠIKL, Petr. *Bezpečnostní systémy v osobních automobilech*. [online]. 2008 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.tipcars.com/magazin-bezpecnostni-systemy-v-osobnich-automobilech-3757.html>
7. KOS, Jan. *Brzdění v zatáčce dovoleno* [online]. 2010 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.automotospecial.cz/technika/bosch/historie-abs-2010-/>
8. SAJDL, Jan. *ABS (Anti-lock Braking System)* [online]. 2011 [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/abs-anti-lock-braking-system/>
9. TEKNIKENSVARLD [online]. 2015 [cit. 2016-02-18]. Dostupné z: <http://teknikensvarld.se/algtest/>

10. SAJDL, Jan. *BAS (Brake Assistant System)* [online]. 2011 [cit. 2016-02-18]
Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/bas-brake-assistant-system/>
11. JPMAGAZINE [online]. 2013 [cit. 2016-03-10] Dostupné z:
<http://image.jpomagazine.com/f/editorials/crappy-birthday-bosch-abs/10300701/bosch-abs-history.jpg>
12. FOCUS [online]. 2014 [cit. 2016-03-10] Dostupné z:
<http://p5.focus.de/img/fotos/origs744535/8121798390-w811-h541-o-q75-p5/89410-ESP-wird-15-Jahre-alt.jpg>

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Průběh nafukování airbagu při nárazu (czrso.cz)</i>	12
<i>Obr. 2 Porovnání brzdné dráhy s BAS a bez BAS (bosch.cz)</i>	17
<i>Obr. 3 Ukázka funkce ABS (aaaauto.cz)</i>	20
<i>Obr. 4 Brzdná síla na kole (Ždánský, 2009)</i>	21
<i>Obr. 5 Odvalování kola (Ždánský, 2009)</i>	21
<i>Obr. 6 Směrová úchylka kola při jízdě zatáčkou (Ždánský, 2009)</i>	22
<i>Obr. 7 Součinitel adheze a boční síly v závislosti na skluzu a směrové úchylce (Ždánský, 2009)</i>	22
<i>Obr. 8 Vývoj ABS Bosch za 30 let (jpomagazine.com)</i>	24
<i>Obr. 9 Zvýšení tlaku (Ždánský, 2009)</i>	25
<i>Obr. 10 Udržení tlaku (Ždánský, 2009)</i>	25
<i>Obr. 11 Snížení tlaku (Ždánský, 2009)</i>	26
<i>Obr. 12 Porovnání systémů Bosch ABS (Ždánský, 2009)</i>	27
<i>Obr. 13 Srovnání Bosch ABS 2.0 a Bosch ABS 8.0 (bosch.cz)</i>	28
<i>Obr. 14 Regulace jízdních vlastností pomocí ESP (Ždánský, 2009)</i>	29
<i>Obr. 15 Schéma ESP 2. generace (Ždánský, 2009)</i>	30
<i>Obr. 16 Přesné rozmístění kuželů při losím testu (teknikensvarld.se)</i>	32
<i>Obr. 17 Mercedes-Benz W168 bez ESP (autolexicon.net)</i>	33
<i>Obr. 18 Mercedes-Benz W168 s ESP (focus.de)</i>	33
<i>Obr. 19 Mercedes-Benz W168 Long (driveboom.ru)</i>	33

<i>Obr. 20 Mercedes-Benz W176 (i.wheelsage.org)</i>	34
<i>Obr. 21 Porovnání maximálních rychlostí při losím testu jednotlivých generací automobilu Mercedes-Benz třídy A</i>	34

10 SEZNAM ZKRATEK

ABS – Protiblokovací systém

ESP – Elektronický stabilizační systém

ASR – Protiprokluzový systém

TCS – Protiprokluzový systém

EBA – Elektronické rozdělení brzdné síly

ACC – Adaptivní tempomat

BAS – Brzdový asistenční systém

TSR – Systém rozpoznání dopravních značek