

Česká zemědělská univerzita v Praze

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015

Jan ŠTĚPÁNEK

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Brzdové soustavy osobních automobilů

(diplomová práce)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Miler, Ph.D.

Diplomant: Bc. Jan Štěpánek

Praha 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jan Štěpánek

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Brzdové soustavy osobních automobilů

Název anglicky

brake systems of cars

Cíle práce

Cílem práce je analyzovat technický stav brzdových soustav osobních vozidel.

Metodika

- prostudovat základní literaturu v oblasti brzdových soustav osobních vozidel
- kontaktovat významné organizace zabývající se danou problematikou
- provést globální literární rešerši v dané problematice
- experimentálně ověřit vliv některých parametrů ovlivňující brzdovou soustavu osobních vozidel
- návrh doporučení a předpokládaný vývoj v dané oblasti

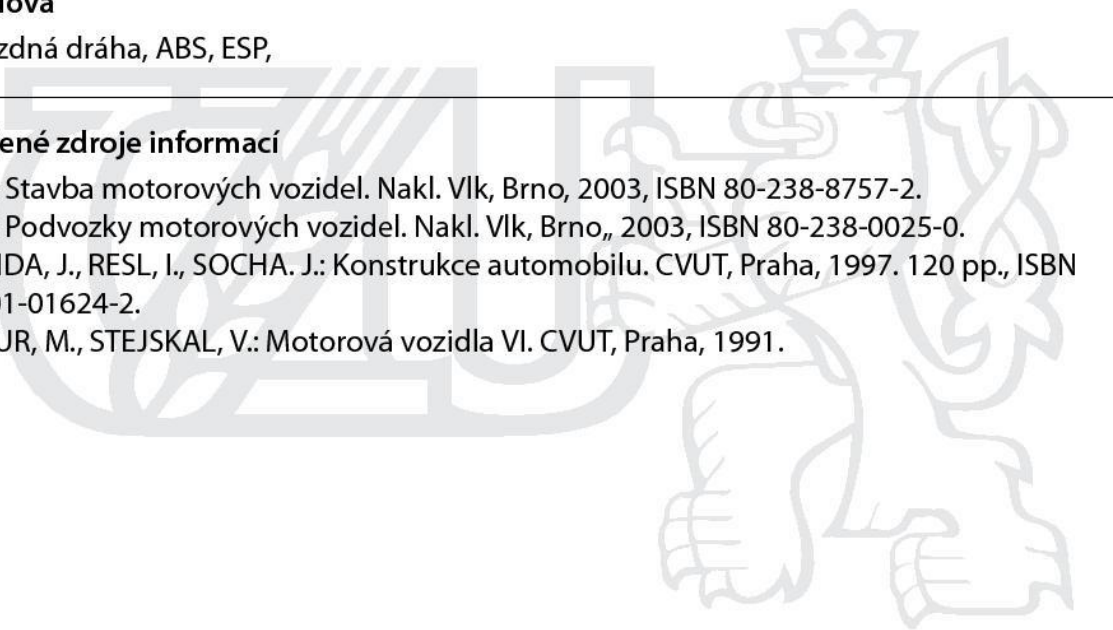
Doporučený rozsah práce

rozsah stran 50

Klíčová slova

brzdy, brzdná dráha, ABS, ESP,

Doporučené zdroje informací

1. VLK, F.: Stavba motorových vozidel. Nakl. Vlk, Brno, 2003, ISBN 80-238-8757-2.
 2. VLK, F.: Podvozky motorových vozidel. Nakl. Vlk, Brno, 2003, ISBN 80-238-0025-0.
 3. KOVANDA, J., RESL, I., SOCHA, J.: Konstrukce automobilu. CVUT, Praha, 1997. 120 pp., ISBN 80-01-01624-2.
 4. APETAUR, M., STEJSKAL, V.: Motorová vozidla VI. CVUT, Praha, 1991.
- 

Předběžný termín obhajoby

2015/05 (květen)

Vedoucí práce

Ing. Petr Miler, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2014

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

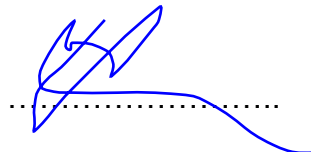
Děkan

V Praze dne 16. 03. 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Petra Milera, Ph.D. a použil jen pramenů citovaných v příložené bibliografii.

V Hradci Králové, dne 5. 4. 2015



Poděkování:

Poděkování patří panu Ing. Petru Milerovi, Ph.D. za odbornou součinnost a komunikaci při tvorbě této diplomové práce.

Poděkování patří Stanici technické kontroly na území města Hradec Králové, která poskytla k nahlédnutí více než jeden tisíc záznamníků závad vozidel za měsíc leden 2013 a umožnila tak vypracovat statistiku závadovosti brzdových ústrojí kontrolovaných vozidel. Stanice technické kontroly si nepřála být veřejně jmenována. Její identita je mi známa.

Data o závadovosti v autoservisu poskytl autorizovaný servis jedné značky osobních automobilů, který si nepřál být jmenován. Jeho identita je mi známa.

Abstrakt:

Diplomová práce ve své první části shrnuje dosavadní poznatky v oblasti brzdových soustav osobních automobilů. V druhé části je cílem práce provést statistický výzkum a pokusit se popsat, jaký je podíl závad brzdových soustav (ev. nebezpečných závad) u vozidel provozovaných v České Republice. Motivem autora je fakt, že neexistují žádné použitelné údaje o závadovosti vozidel. I přesto, že validní informace neexistují, státní moc výkonná a zákonodárná prosazuje zavádění nových povinností pro majitele vozidel s odkazem na neexistující nebo nepravdivé údaje.

Klíčová slova:

Brzdy, zákon, požadavky, STK, nebezpečné, závady, procento závad, média, Německo, Česká Republika, státní, odborný, dozor, autoservis

Brake systems of cars

Summary:

The aim of diploma in the first part summarizes the current knowledge in the field of brake systems for passenger cars. The second part is to perform statistical research work and try to describe, what is percentage of defects braking systems (ev. dangerous defects) for vehicles operating in the Czech Republic. The motive of the author is a fact, there are no usable data on the failure rate of vehicles. Even though there is no valid information, state executive and legislative power are trying to introduce new obligations for owners of vehicles with reference to the absence of data.

Key words:

Brake, law, requirements, technical, inspection, station, dangerous, defects, the percentage of defects, media, Germany, Czech Republic, state, professional, supervision, service station

Obsah

Úvod.....	1
1. Brzdové systémy motorových vozidel	2
1.1. Typy brzdových soustav podle účelu.....	2
1.2. Ovládací ústrojí.....	3
1.3. Převod brzdy (1)	3
1.4. Brzda v užším slova smyslu (1)	4
1.5. Zpomalovač (1)	4
1.6. Typy brzdových soustav dle ústrojí pro dodávku energie (1).....	6
1.7. Uspořádání brzdových soustav (1)	6
2. Technika brzd osobních motorových vozidel	10
2.1. Požadavky na brzdy	10
2.2. Brzdová soustava osobního automobilu	11
2.3. Konstrukce brzdící bubnové brzdy	12
2.4. Konstrukce brzdící kotoučové brzdy	15
2.5. Brzdová soustava s posilovačem	18
2.6. Brzdová kapalina	20
2.7. Brzdové obložení	21
2.8. Protiblokovací systém brzd ABS.....	22
2.9. Stabilizační systém (ESP).....	25
2.10. Brzdový asistent	28
3. Elektrické brzdy (brake by wire)	31

4.	Brzdná dráha	35
5.	Legislativní předpisy na brzdné zpomalení	38
6.	Technika měření brzdové síly na Stanicích technické kontroly	41
7.	Závadovost brzdových soustav	43
7.1.	Závadovost dle: ČR, kat. M1, jedna stanice STK	44
7.2.	Závadovost dle: ČR, kat. M1, statistika autoservisu	47
7.3.	Závadovost dle: ČR, všechna vozidla, pravidelné kontroly, všechny stanice STK (20)	49
7.4.	Závadovost dle: ČR, všechna vozidla, stanice STK při Státním odborném dozoru	50
7.5.	Závadovost dle: Německo, všechna vozidla, státní pravidelná kontrola, všechna vozidla	51
7.6.	Závadovost dle: ČR, nehodovost v důsledku závady	53
7.7.	Závadovost - srovnání výsledků	55
7.7.1.	Srovnání dle: kategorie vozidel M1	55
7.7.2.	Srovnání dle: povinné kontroly ČR vs. Německo	56
7.7.3.	Srovnání dle: povinné kontroly na STK a při Státním odborném dozoru	56
7.7.4.	Srovnání dle: povinné kontroly na STK při SOD a v Německu běžné kontroly B+C	57
7.7.5.	Srovnání dle: nehodovost vs. závadovost v ČR	57
	Závěr	59
	Bibliografie	61
	Seznam obrázků	64
	Seznam tabulek	65
	Seznam zkratk	67
	Přílohy	68

Úvod

Diplomová práce se ve své první části zabývá popisem problematiky brzdových soustav, významu brzdových soustav a jejich konstrukcemi. Brzdy mají velký význam především u dopravních prostředků. Oblast jejich použití je ovšem mnohem širší, s brzdami se lze setkat i u nejrůznějších strojních zařízení.

V kapitole č. 3 je naznačena budoucnost techniky brzdových soustav.

Protože neexistují skutečně vypovídající data o závadovosti vozidel v České Republice, diplomová práce se bude snažit v kapitole č. 7 popsat a kvantifikovat, jaký je výskyt závad brzd nebo nebezpečných závad u osobních (případně nákladních) vozidel registrovaných v České Republice. Motivem autora je fakt, že neexistují žádné použitelné údaje o závadovosti vozidel.

I přesto, že validní informace neexistují, státní moc výkonná a zákonodárna prosazuje zavádění nových povinností pro majitele vozidel s odkazem na neexistující údaje. Z toho lze usuzovat, že motivem státu není větší bezpečnost, ale něco jiného. Tato práce nehledá skutečný motiv státu, ale snaží se závadovost kvantifikovat do použitelné podoby s ohledem na možné škody ve společnosti.

1. Brzdové systémy motorových vozidel

Brzdové zařízení tvoří všechny brzdové soustavy montované na vozidla, jejichž funkcí je snížení rychlosti pohybujícího se vozidla, nebo jeho zastavení, nebo zajištění již stojícího vozidla. Brzdění vozidla se dosahuje zpravidla záměrně nebo automaticky vyvoláním tření mezi rotujícími a pevnými součástmi motorového vozidla. Tím se pohybová energie mění ve třecích částech na energii tepelnou, kterou je nutno odvádět, aby nedošlo k poškození brzdového zařízení. (1)

1.1. Typy brzdových soustav podle účelu

Soustava pro provozní brzdění (provozní brzda) (1)

Soubor prvků umožňující řidiči nebo automatickému systému, aby snížil přímo nebo nepřímo rychlost vozidla v průběhu normální jízdy nebo jej zastavil. Účinek soustavy pro provozní brzdění musí být odstupňovatelný.

Soustava pro nouzové brzdění (nouzová brzda) (1)

Soubor prvků umožňující řidiči, aby snížil přímo nebo nepřímo rychlost vozidla nebo jej zastavil v případě selhání soustavy pro provozní brzdění. Účinek soustavy pro nouzové brzdění musí být odstupňovatelný.

Soustava pro parkovací brzdění (parkovací brzda) (1)

Soubor prvků umožňující řidiči udržet stojící vozidlo mechanickými prostředky i na svahu a zejména v nepřítomnosti řidiče.

Soustava pro odlehčovací brzdění (odlehčovací brzda) (1)

Soubor prvků umožňující řidiči přímo i nepřímo ustálit nebo snížit rychlost vozidla, zejména při jízdě na dlouhém svahu.

Soustava pro samočinné brzdění (1)

Soubor prvků, které samočinně brzdí přípojné vozidlo při jeho úmyslném nebo náhodném odpojení od tažného vozidla

Konvenční brzdový systém obsahuje ústrojí pro dodávku energie, ovládací ústrojí, převod, vlastní brzdu a případně přídavné ústrojí na tažném vozidle.

Ústrojí pro dodávku energie představují části brzdového systému, které dodávají, regulují a je-li potřeba, tak upravují energii požadovanou pro brzdění. Jejich součásti končí v místech, kde začíná převod brzdy. (1)

Zdrojem energie jsou ústrojí, která vyvolávají brzdny účinek. Zdrojem energie může být i svalová síla řidiče. (1)

1.2. Ovládací ústrojí

Ovládací ústrojí může být uváděno do činnosti: (1)

- Přímo končetinou řidiče
- Nepřímo řidičem, nebo bez jeho jakéhokoliv zásahu
- Změnou tlaku ve spojovacím potrubí, nebo změnou elektrického proudu ve spojovacím vedení mezi tažným a přípojným vozidlem při činnosti jedné z brzdových soustav tažného vozidla nebo v případě poruchy
- Setrvačností nebo hmotností vozidla nebo jedné z jeho základních částí (například při přibližování nebo oddělení tažného a přípojného vozidla, nebo při poklesu výškové polohy jedné ze základních částí vozidla

Podle způsobu přenosu energie z ovládacího orgánu (pedál, parkovací brzda) nebo z cizího zdroje (strojní brzdové soustavy) na ovládací zařízení brzdových mechanismů lze rozdělit ovládací soustavy na tyto typy: (1)

- Hydraulické
- Vzduchové
- Mechanické
- Kombinované (hydropneumatické, hydromechanické)

1.3. Převod brzdy (1)

Převodem brzdy se nazývají části brzdové soustavy, které přenášejí energii předávanou ovládacím ústrojím. Provedení může být mechanické,

hydraulické, pneumatické přetlakové nebo podtlakové, elektrické nebo kombinované.

1.4. Brzda v užším slova smyslu (1)

Brzda v užším slova smyslu představuje části brzdové soustavy, ve kterých vznikají síly působící proti pohybu nebo proti tendenci k pohybu vozidla: (1)

- Třecí brzda je zařízení, u které součásti upevněné k pevné části vozidla jsou přitlačovány přitlačnou silou na jednu nebo více součástí připevněných, nebo připojených ke kolu nebo soustavě kol. Třecí brzda, u které se účinek přitlačné síly zvyšuje třecími silami, se nazývá brzda se servoučinkem.
 - o Bubnová brzda je třecí brzda, u které se třecí síly vytvářejí mezi částmi upevněnými k pevné části vozidla a vnitřním nebo vnějším povrchem bubnu.
 - o Kotoučová brzda je třecí brzda, u které se třecí síly vytvářejí mezi částmi upevněnými k pevné části vozidla a plochami jednoho nebo několika kotoučů.
- Západková brzda je zařízení, u kterého se neotáčející části vozidla západkovým spojením brání pohybu částí trvale upevněných ke kolu nebo soustavě kol. Tuto brzdu lze užít jen pokud vozidlo nevykonává pohyb.

1.5. Zpomalovač (1)

Zpomalovač je mechanismus, jehož funkcí je snížení nebo ustálení rychlosti vozidla, zejména na dlouhém svahu, nikoliv tedy úplné zastavení vozidla. Jako zpomalovač lze použít různých systémů:

Spalovací motor jako zpomalovač

Spalovací motor spojený s hnacími koly vyvolává zpomalovací účinek na pohybující se vozidlo, například snížením dodávky paliva, škrcením dodávky vzduchu, škrcením výstupu výfukových plynů, nebo změnou časování ventilového rozvodu.

Elektromotor jako zpomalovač

Elektrický trakční motor spojený s hnacími koly vyvolává zpomalovací účinek na vozidlo tím, že pracuje jako generátor elektrického proudu. Energii mu dodává pohybující se vozidlo, jehož pohyb má snižovat.

Hydrodynamický zpomalovač

Hydrodynamický zpomalovač je mechanismus, u kterého se zpomalovacího účinku dosahuje působením kapaliny na části připojené k jednomu nebo několika kolům nebo k součástem převodových ústrojí vozidla, která jsou sama připojená ke kolům.

Aerodynamický zpomalovač

Aerodynamický zpomalovač je mechanismus, u kterého se zpomalovacího účinku dosahuje zvýšením odporu vzduchu, např. rozvinutím pohybových ploch (užití v letectví).

Elektromagnetický zpomalovač

Elektromagnetický zpomalovač je zařízení, u kterého se zpomalovacího účinku dosahuje působením magnetického pole na otáčející se kovový kotouč (vířivé proudy, hystereze) spojený s jedním nebo několika koly, nebo se součástmi převodových ústrojí vozidla, která jsou sama s koly spojena.

1.6. Typy brzdových soustav dle ústrojí pro dodávku energie (1)

Přímočinná brzdová soustava

Soustava, u které se energie potřebná k vytvoření brzdné síly dodává pouze svalovou silou řidiče.

Brzdová soustava s posilovačem

Soustava, u které se energie potřebná k vytvoření brzdné síly dodává svalovou silou řidiče a jedním nebo několika ústrojími pro dodávku energie, které účinek svalové síly řidiče zesilují.

Strojní brzdová soustava

Soustava, u které se energie potřebná k vytvoření brzdné síly dodává jedním nebo několika ústrojími pro dodávku energie, s vyloučením svalové síly řidiče.

Nájezdová brzdová soustava

Soustava, u které energie potřebná k vytvoření brzdné síly vzniká přiblížením přívěsu k jeho tažnému vozidlu.

Gravitační brzdová soustava

Soustava, u které se energie potřebná k vytvoření brzdné síly dodává tíhou klesající základní části přívěsu.

1.7. Uspořádání brzdových soustav (1)

Jednookruhová soustava

Brzdová soustava je převodem brzdy, který má jediný okruh. V případě závady tohoto jediného okruhu nemůže tato soustava vytvářet brzdou sílu.

Víceokruhová soustava

Brzdová soustava je převodem brzdy, který má více okruhů. V případě závady jednoho okruhu může být brzdná síla přenášena z části nebo úplně jiným okruhem.

Brzdění se pokládá za odstupňovatelné, jestliže řidič může v každém okamžiku zvětšit brzdnou sílu působením na ovládací orgán a brzdná síla se mění ve stejném smyslu jako působení na ovládací orgán a je možné snadno a dostatečně jemně regulovat (dávkovat) brzdnou sílu. (1)

Pro plynulou dopravu musí mít vozidlo schopnost rychlé akcelerace a rychlé decelerace. Zvlášť důležitá je právě decelerace, tedy zmenšení rychlosti.

Každé vozidlo musí být vybaveno nejméně dvěma na sobě nezávislými brzdovými zařízeními, z nichž jedno musí umožňovat dostatečně jemně odstupňovatelné ovládání pohybu vozidla a jeho účinné a spolehlivé zastavení. Druhé zařízení zajišťuje zafixování stojícího vozidla (parkovací brzda). Brzdová zařízení vozidel kategorie M a N musí být taková, aby v případě poruchy soustavy pro provozní brzdění umožňovala zastavit vozidlo nouzovým brzděním. (1)

Soustava provozního brzdění musí umožnit ovládání pohybu vozidla a jeho spolehlivé, rychlé a účinné zastavení z jakékoliv rychlosti a při každé okamžité hmotnosti a na všech svazích (stoupání i klesání), které při provozu vozidla přicházejí v úvahu. Účinek provozního brzdění musí být odstupňovatelné. Řidič musí mít možnost ovládat orgán pro provozní brzdění beze změny na polohu trupu ze svého sedadla, aniž by sejmul obě ruce z řízení vozidla. (1)

Nouzové brzdění musí mít možnost zastavit vozidlo při poruše provozního brzdění. Musí být odstupňovatelné a musí působit nejméně na jedno kolo z každé strany vozidla podél jeho podélné střední roviny. Řidič musí mít možnost ovládat nouzové brzdění ze svého sedadla beze změny polohy trupu, přičemž musí ovládat řízení vozidla nejméně jednou rukou. (1)

Parkovací brzdění musí umožnit udržení stojícího vozidla, soupravy nebo přípojného vozidla odpojeného od tažného vozidla na svahu i za nepřítomnosti řidiče. Činné elementy vlastního brzdného ústrojí pro parkovací brzdění musí být přitom udržovány v zabrzděné poloze výhradně mechanickými částmi. Brzdění musí působit nejméně na jedno kolo z každé strany podél podélné osy vozidla. Řidič musí mít možnost ovládat parkovací brzdění ze svého sedadla beze změny polohy trupu, u přípojných vozidel musí být umožněno ovládání z pravé strany nebo ze zádi vozidla osobou stojící na zemi. U přívěsů určených pro dopravu musí být ovládání parkovacího brzdění uvnitř vozidla. (1)

Odlehčovací brzdění musí umožnit omezení rychlosti vozidla nebo její udržení při sjíždění svahu, aniž je použito provozního, nouzového nebo parkovacího brzdění motorového vozidla. Jeho úkolem není zastavit vozidlo. Řidič musí mít možnost ovládat toto brzdění ze svého sedadla bez změny polohy trupu, přičemž musí ovládat řízení vozidla nejméně jednou rukou. (1)

Požadavky na brzdný účinek a ovládací síly orgánů určuje zákon č. 56/2001 o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, Vyhláška Ministerstva dopravy č. 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a mezinárodní předpisy OSN EHK č. 13, č. 78, č. 90. (2)

Přípustné hodnoty pro ilustraci ukazuje následující tabulka

Tabulka 1 Přípustné silové hodnoty brzdění, (1)

Kategorie vozidel podle EHK – R 13 (druh, max. hmotnost m)		Přeprava osob			Přeprava nákladu		
		Osobní automobily M1	Autobusy		Nákladní automobily		
			m ≤ 5 t M2	m > 5 t M3	m ≤ 3,5 t N1	3,5 > m ≤ 12 t N2	m > 12 t N3
Provozní brzdění	Počáteční rychlost v_0	80 km/h	60 km/h		70 km/h	50 km/h	40 km/h
	Max. brzdná dráha s	$0,1 \cdot v_0 + v_0^2 / 150$ $s = 50,7 \text{ m}$	$0,15 \cdot v_0 + v_0^2 / 130$ $s = 36,7 \text{ m}$		$0,15 \cdot v_0 + v_0^2 / 115$		
	Max. nožní síla F_a	500 N	700 N		$s = 53,1 \text{ m}$	$s = 29,2 \text{ m}$	$s = 19,9 \text{ m}$
	Max. prodleva t_i	0,36 s	0,54 s		0,54 s		
	Zpomalení a	$5,8 \text{ m/s}^2$	5 m/s^2		$4,4 \text{ m/s}^2$		
Nouzové brzdění	Max. brzdná dráha s	$0,1 \cdot v_0 + 2v_0^2 / 150$ $s = 93,4 \text{ m}$	$0,15 \cdot v_0 + 2v_0^2 / 130$ $s = 64,4 \text{ m}$		$0,15 \cdot v_0 + 2v_0^2 / 115$		
	Max. ruční síla F_r	400 N	600 N		$S = 95,7 \text{ m}$	$s = 51,0 \text{ m}$	$s = 33,8 \text{ m}$

Předepsaný brzdný účinek musí být dosažen bez blokování kol a aniž by vozidlo vybočovalo ze směru jízdy. (1)

2. Technika brzd osobních motorových vozidel

Jedním z nejdůležitějších systémů ve vozidle je jeho brzdový systém, který řadíme mezi prvky aktivní bezpečnosti. Bezpečné zastavení nebo zpomalení je jen ze způsobů, jak lze předcházet dopravní nehodě. Úkolem brzdové soustavy je vyvolat deceleraci vozidla, tj. zmařit významnou část kinetické energie vozidla. Brzdící účinek je vyvolán třením brzdových segmentů o brzdový buben nebo kotouč. (1)

U osobních vozidel se používají

- Dvouokruhové brzdné systémy (od 60. let 20. století)
- Brzdové soustavy s posilovačem (od 80. let 20. století)
- Spalovací motor jako zpomalovač (od počátků motorismu)
- Provozní brzdy brzdící pomocí bubnové nebo kotoučové brzdy
- Západková brzda u vozidel se samočinnou převodovkou (součástí konstrukce převodovky)
- Parkovací brzda mechanická
- Hydraulický způsob přenosu energie
- Regulace změnou tlaku ve spojovacím vedení provozní brzdy

2.1. Požadavky na brzdy

Požadavky na brzdová ústrojí vypisuje přehled níže. Konstrukteři se musejí vypořádat s mnoha protichůdnými požadavky:

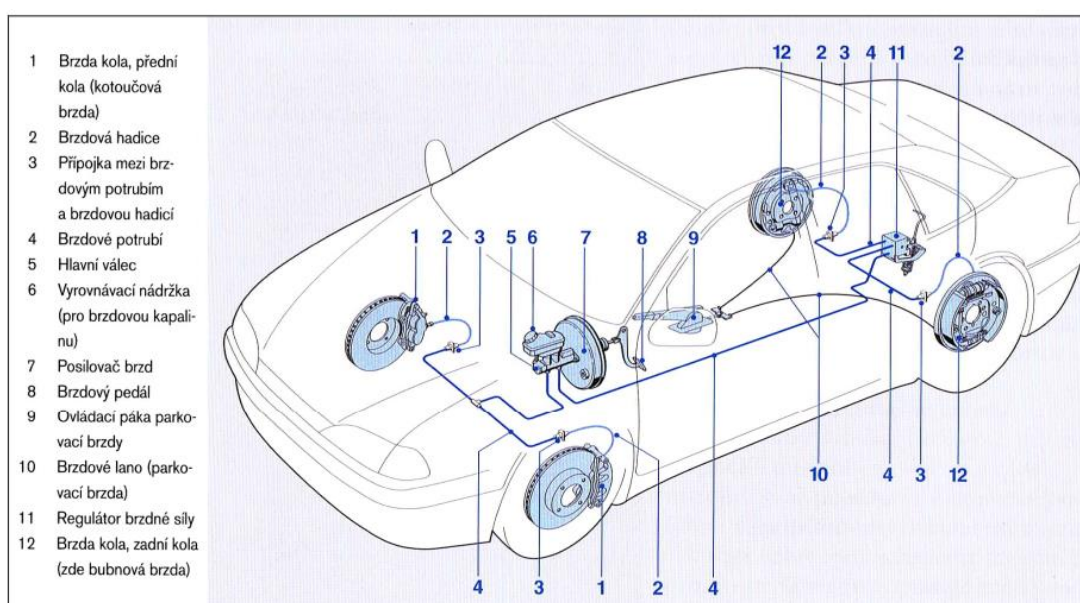
- Minimální doba náběhu brzd
- Minimální technická prodleva brzd
- Rozdělení brzdné síly odpovídající dynamickým změnám zatížení na jednotlivých nápravách
- Dostatečný účinek i po opakovaném použití
- Maximální zpomalení i při dlouhém brzdění
- Brzdny účinek i při malé síle sešlápnutí ovládacího orgánu
- Dobrá odstupňovatelnost účinku brzd
- Odolnost proti nečistotám, korozi a opotřebení

- Dostatečná odolnost proti vysokému zahřátí
- Vysoká spolehlivost a trvanlivost
- Nízké nároky na údržbu

2.2. Brzdová soustava osobního automobilu

Brzdová soustava osobního automobilu se skládá z několika vzájemně navazujících nezastupitelných součástí, které ilustruje následující obrázek.

Obrázek 1 Schéma brzdové soustavy (3)



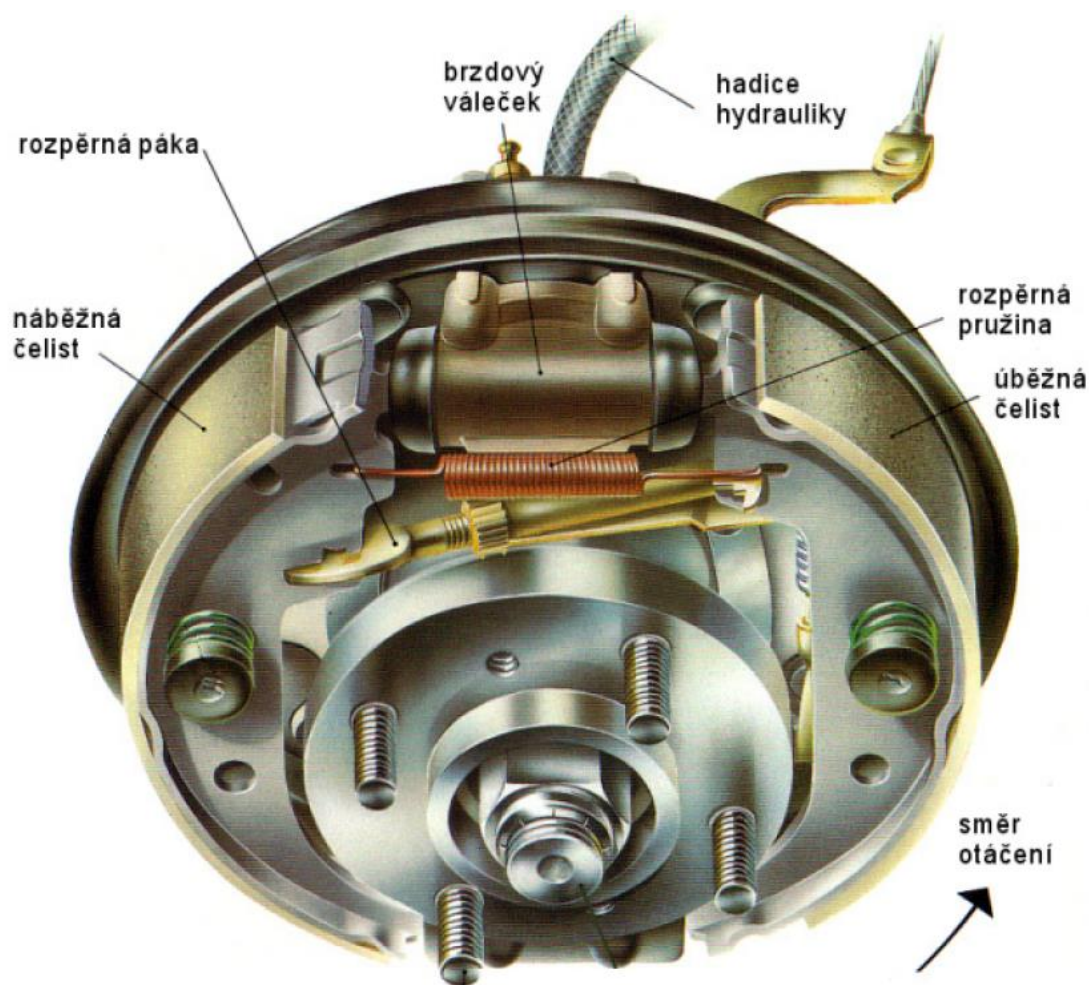
Řidič stlačuje brzdový pedál (8) a působí na posilovač brzd (7), který zvětšil tlak v hlavním brzdovém válci (5). Hlavní brzdový válec (5) rozvádí tlak (hydraulické) brzdové kapaliny potrubím (4) k předním brzdám kol (1) a do regulátoru brzdné síly zadní nápravy (11). Z regulátoru brzdné síly (11) opět potrubím (4) a hadicemi (2) je přiváděna tlaková kapalina k brzdě (zde bubnové brzdy 12) zadní nápravy. Součástí soustavy je nádržka hydraulické kapaliny (6), která slouží pro vyrovnávání tlaků v soustavě a jako zásobník hydraulické kapaliny. Dále je součástí parkovací brzda skládající se z ovládací páky (9) a lanovodů (10), které působí nezávisle na zadní brzdě.

2.3. Konstrukce brzdíče bubnové brzdy

U nových osobních automobilů jsou bubnové brzdy osazovány z výroby postupem času stále méně, lze je nalézt na automobilech kategorie B a menších (např. Škoda Fabia, Fiat Punto) s motory o výkonu přibližně pod 60 kW.

Její konstrukci zachycuje obrázek níže.

Obrázek 2 Konstrukce bubnové brzdy (4)



Bubnová brzda se skládá z brzdového bubnu, brzdových čelistí s obložením, rozpínacího mechanismu (brzdový klíč nebo hydraulický člen) a vratné pružiny. Může být vybavena automatickým nastavovačem odlehlosti brzdových čelistí a mechanickým rozpínacím systémem parkovací brzdy.

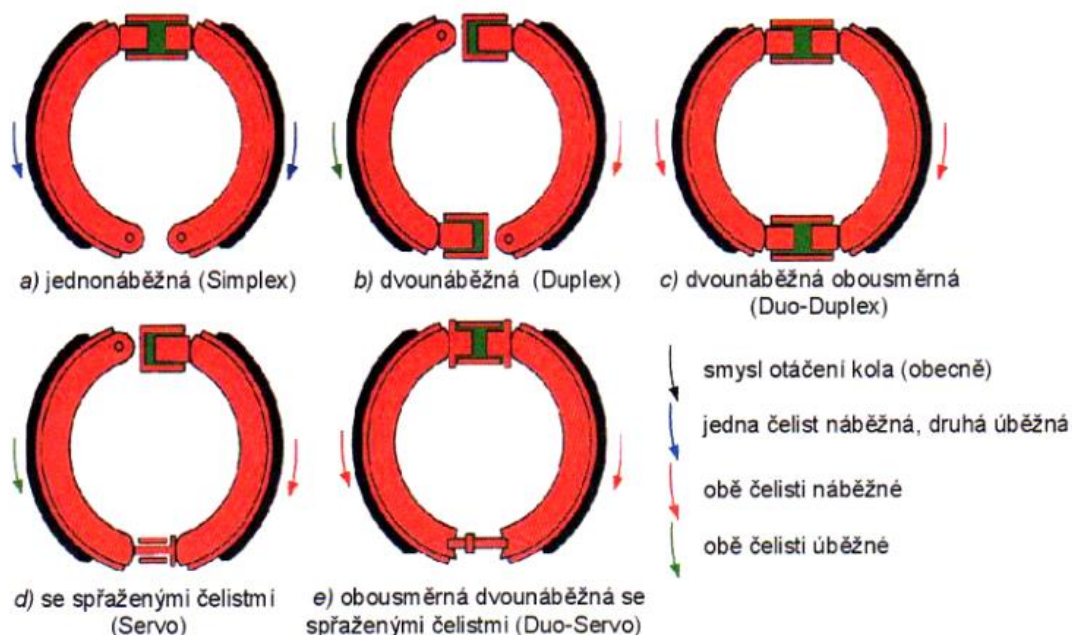
Při sešlápnutí brzdového pedálu a zapojení brzdového systému dochází k rozpínání brzdových čelistí. Při stlačení čelistí opatřených obložením na vnitřní plochu otáčejícího se bubnu vzniká tření a tím se vytváří potřebná brzdná síla. Přítlačná rozpěrná síla může být vytvořena hydraulicky brzdovým válečkem (provozní brzda), mechanicky rozpěrnou pákou nebo brzdovým klíčem (parkovací brzda). Během tření nabíhá jedna čelist na obvod bubnu a nazývá se náběžnou čelistí. Druhá čelist nabíhá proti směru otáčení brzdového bubnu a nazývá se úběžnou čelistí. Větší brzdny účinek má náběžná čelist, proto se vyrábějí i složitější dvounáběžné brzdy. Jej nevýhodou je možnost přehřátí při dlouhém intenzivním brzdění a z toho vyplývající ztráta brzdného účinku. (5)

Vlastnosti bubnové brzdy:

- Velký samoposilující účinek – Tření vytváří moment, který náběžnou čelist přitlačuje k bubnu a posiluje tak její brzdny účinek. Brzdny účinek úběžné části se naopak zmenšuje.
- Celá brzda je umístěna uvnitř bubnu – ochrana proti nečistotám a okolním vlivům.
- Umožnění jednoduchého přizpůsobení pro funkci parkovací brzdy.
- Větší životnost obložení než u kotoučových brzd.
- Díky horšímu odvodu tepla oproti kotoučovým brzdám se brzdy více zahřívají a tím klesá brzdny účinek.

Provedení bubnových brzd: (6)

Obrázek 3 Typy bubnových brzd (5)



Jednoduchá bubnová brzda (obrázek a)

simplexní – má jednu náběžnou a jednu úběžnou čelist. Pro přitlačování obou čelistí k bubnu kola slouží společné ovládací zařízení. Hydraulický tlak v brzdovém válci kola tlačí obě brzdové čelisti na stěny brzdového bubnu. Třecí účinek primární (náběžné, přední – ve směru jízdy) brzdové čelisti během brzdění zesiluje přitlačnou sílu pístů brzdového válce (samočinné posilování). Na druhé (sekundární, úběžné) čelisti působí síla tření proti přitlačné síle. Brzdná práce druhé brzdové čelisti je tak menší než první.

Dvounáběžná brzda (b)

duplexní – má obě čelisti náběžné při jízdě vpřed a dosahuje se tak vysokého využití samočinného zesilování brzdného účinku. Toto automatické zesílení je asi 1,5krát větší než u stejně velké jednoduché brzdy. K tomu je potřeba pro každou čelist vlastní, jednostranně působící brzdový válec, který jednu brzdovou čelist přitlačuje a pro druhou slouží jako opěra. Při couvání, tedy při opačném směru otáčení, se obě čelisti stávají úběžnými. Přitlačná síla a tím i brzdný účinek jsou tak výrazně menší.

Obousměrná náběžná brzda (c)

duo-duplexní - tato brzda má podobnou konstrukci jako dvojnáběžná brzda, je však vybavena dvěma obousměrně působícími brzdovými válci kola. Samočinné posílení brzdného účinku je tak dosaženo při jízdě vpřed i při couvání, na rozdíl od dvounáběžné brzdy.

Se spřaženými čelistmi (d)

servobrzda – mají jeden ovládací prvek pro jednu čelist (primární). Druhá čelist (sekundární) je s primární čelistí v jejím uložení spojena rozpěrným čepem. Při jízdě vpřed působí obě brzdy jako náběžné, při jízdě vzat jako úběžné.

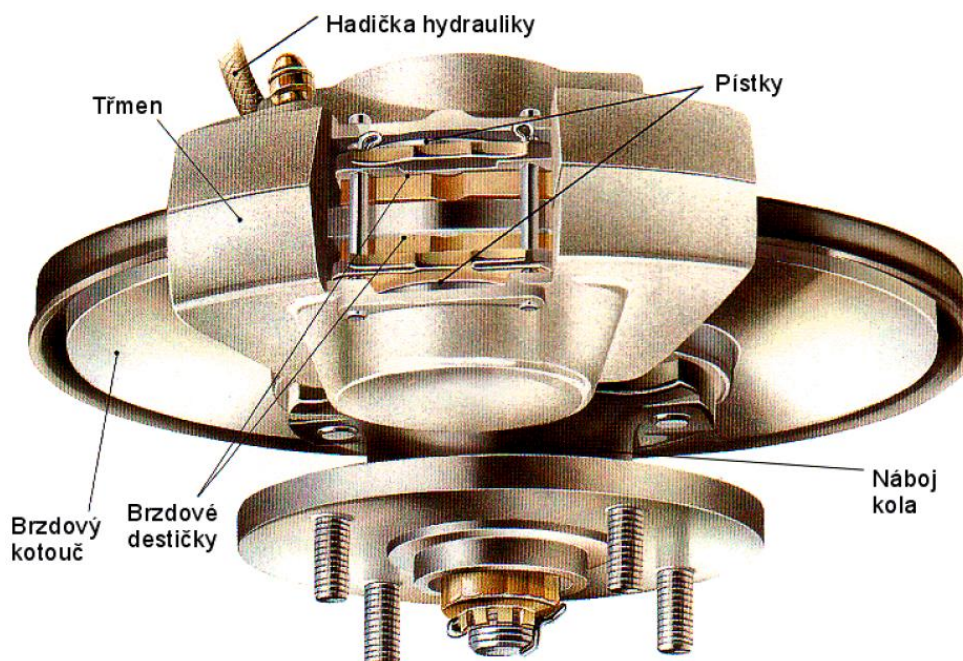
Se spřaženými čelistmi a společným ovládacím prvkem (e)

servobrzda – mají jeden ovládací prvek pro obě čelisti. Druhá čelist (sekundární) je s primární čelistí v jejím uložení spojena rozpěrným čepem.

2.4. Konstrukce brzdíče kotoučové brzdy

Kotoučová brzda se skládá z brzdového kotouče pevně spojeného s nábojem kola, brzdového třmenu s hydraulickými válečky, výměnných brzdových destiček a zařízení, které zabraňuje vypadnutí brzdové destičky ze třmenu. Brzdného účinku je dosaženo třením brzdových destiček o kotouč otáčející se spolu s kolem. Kotouč je chlazený proudícím vzduchem a brzda si tak zachovává trvale dobrý brzdný účinek. Brzdový třmen je upevněn na neotáčejících se částech vozidla. Vedle toho je možné jednoduchou změnou průměru kotouče dosáhnout výrazně vyššího brzdného účinku, což je z výrobního hlediska výhodné u vozidel stejného typu s motorem o různém výkonu. Kotoučová brzda je koncipovaná jako provozní s hydraulickým ovládním. Není-li vybavena mechanickým rozpínáním, nedá se použít jako brzda parkovací. (6)

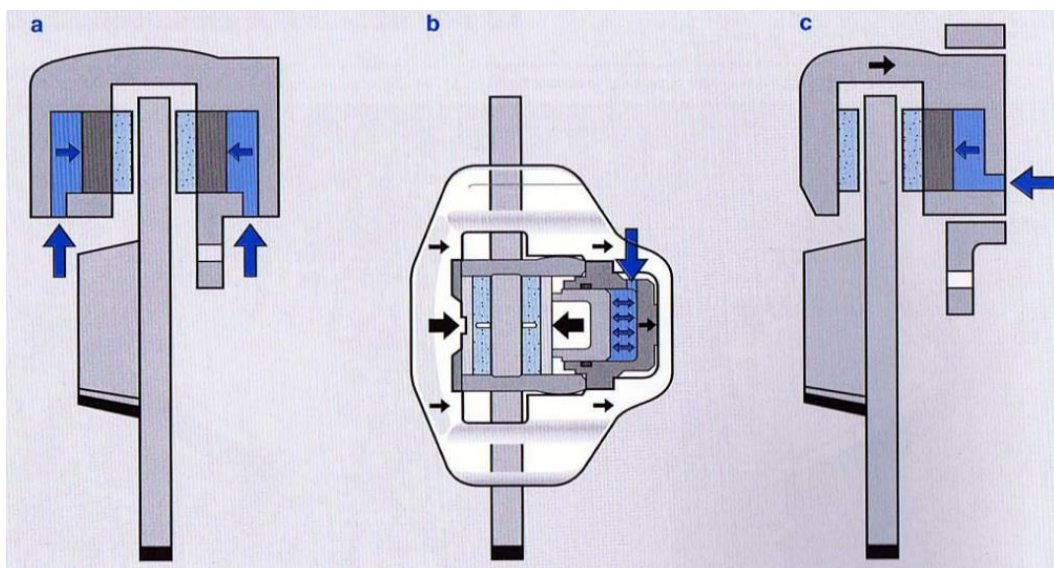
Obrázek 4 Konstrukce kotoučové brzdy (4)



Kotoučová brzda je modernější než brzda bubnová, poprvé se v osobních vozech objevila na přelomu padesátých a šedesátých let dvacátého století. Kotoučové brzdy se používají většinou na přední nápravě, u silnějších vozů i na zadní. Vozidla s elektronickou stabilizací podvozku (ESP) mají kotoučové brzdy na všech kolech. Kotoučové brzdy dosahují vyššího brzdného účinku a lze u nich lépe odvádět teplo. (6)

Typy provedení kotoučových brzd: (3)

Obrázek 5 Provedení kotoučové brzdy (3)



Kotoučová brzda s pevným třmenem (a)

Hydraulický tlak od hlavního brzdového válce působí na brzdu s pevným třmenem, v němž se vytváří přitlačná síla působící na brzdová obložení. Pevný třmen nese brzdová obložení, zachycuje brzdné síly a samočinně vymezuje vůli.

Kotoučová brzda s plovoucím rámem (b)

Pevný držák nese pohyblivý (plovoucí) rám. Písty přitlačují vnitřní obložení přímo k brzdovému kotouči, přičemž se posunuje těleso s brzdovým válcem plovoucího rámu a takto nepřímě potlačuje vnější brzdové obložení k brzdovému kotouči.

Kotoučová brzda s plovoucím třmenem (c)

Brzda s plovoucím třmenem představuje další vývojový stupeň brzdy s plovoucím rámem. V pohyblivém tělese píst (jeden) potlačuje vnitřní brzdové obložení přímo k brzdovému kotouči. Tím vyvolaná síla reakce posouvá těleso a potlačuje vnější brzdové obložení k brzdovému kotouči.

Vlastnosti kotoučových brzd:

- Brzdná síla kolísá nepatrně a dá se lépe regulovat z důvodů velmi malých změn součinitele tření
- Seřízení vůle mezi kotoučem a obložením je samočinné
- Velikost brzdného účinku nezávisí na směru otáčení kola, vlivem odstředivých sil vzniká dobrý samočistící účinek
- Brzdové obložení se rychleji opotřebovává, jeho kontrola a výměna je jednoduchá
- Pístky působí přímo na obložení – vzniká nebezpečí vytváření parních bublin v brzdové kapalině

2.5. Brzdová soustava s posilovačem

Posilovač brzd podporuje sílu nohy při sešlapování pedálu brzdy a snižuje sílu, kterou je k brzdění nutno vynaložit. U většiny brzdových soustav pro osobní automobily je kombinován s hlavním válcem do jednoho celku. Základním technickým požadavkem na posilovač brzd je, aby se zmenšila potřebná síla nohy a přitom se zachovala možnost jemného odstupňování brzdné síly a nebyl nepříznivě ovlivněn cit pro míru brzdění. U obou používaných provedení posilovačů brzd, podtlakového a hydraulického posilovače brzd, se využívá zdrojů energie, které jsou již u vozidla k dispozici: Podtlak v sacím potrubí, příp. hydraulický tlak vytvořený hydraulickým čerpadlem. (3)

Brzdové soustavy pro osobní vozidla jsou v převážné většině vybaveny podtlakovými posilovači brzd (zvanými někdy vakuové posilovače brzd).

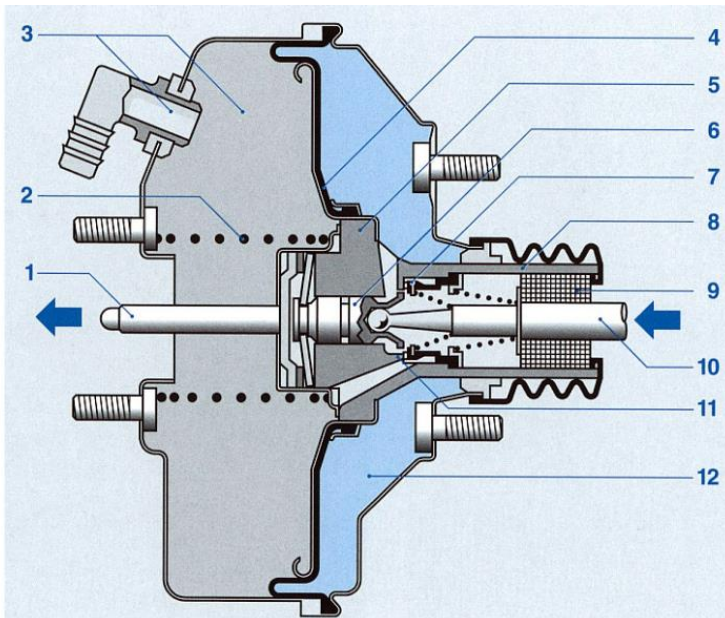
Podtlakový posilovač brzd

Podtlakové posilovače brzd využívají podtlak, který se u zážehových motorů vytváří v taktu sání motoru v sacím potrubí a u vznětových motorů pomocí podtlakového čerpadla vytvářejícího potřebný podtlak k posílení síly nohy řidiče. Síla posilování se při sešlápnutí pedálu zvyšuje úměrně k síle nohy až k dosažení „bodu aktivace“, který leží v blízkosti tlaku blokování pro kola přední

nápravy a podle vozidla je mezi 60 a 100 bary. Dále se již síla posilování nezvyšuje. (3)

Obrázek 6 Podtlakový posilovač brzd (3)

- 1 Tlačná tyč
(výstupní síla k hlavnímu brzdovému válci)
- 2 Tlačná pružina
- 3 Podtlaková komora s přívodem podtlaku
- 4 Membrána s talířem membrány
- 5 Pracovní píst
- 6 Plnicí píst
- 7 Dvojitý ventil
- 8 Pouzdro ventilu
- 9 Čistič vzduchu
- 10 Pístní tyč (síla nohy)
- 11 Sedlo ventilu
- 12 Pracovní komora

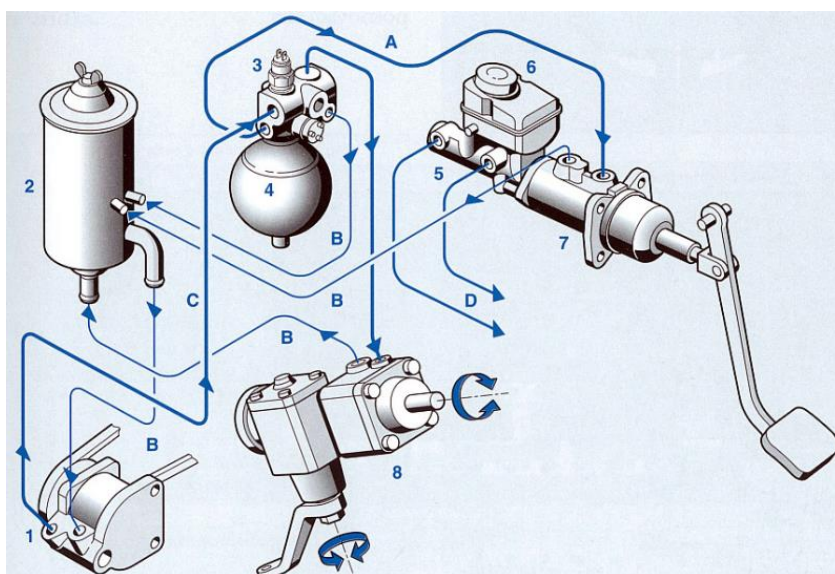


Membrána (4) odděluje podtlakovou komoru (3) s podtlakovým přívodem od pracovní komory (12). Pístní tyč (10) přenáší regulovanou sílu nohy na pracovní píst (5), přičemž zesílená brzdová síla působí prostřednictvím tlačné tyče (1) na hlavní brzdový válec. Při nesešlápnuté brzdě jsou podtlaková komora (3) a pracovní komora (12) navzájem propojeny kanály v tělese ventilu (8). Díky přípojce podtlaku (3) je v obou komorách podtlak. Když začne brzdění, pohybuje se pístní tyč (10) k podtlakové komoře (3) a přitlačuje manžetu dvojitého ventilu (7) do sedla ventilu (11). Takto jsou podtlaková komora a pracovní komora navzájem odděleny. Při dalším pohybu pístní tyče se oddálí plnicí píst (6) od manžety dvojitého ventilu a do pracovní komory se vpustí atmosférický vzduch. Nyní je v pracovní komoře vyšší tlak než v podtlakové komoře. Atmosférický tlak působí přes membránu (4) na talíř membrány. Těleso ventilu (8) je unášeno talířem membrány ve směru k podtlakové komoře, což vede k podpoření síly nohy. Nyní síla nohy a posilující síla tlačí talíř membrány (4) proti síle tlačné pružiny (2). Tím se tlačná tyč (1) pohybuje a přenáší výstupní sílu na hlavní válec. (3)

Hydraulický posilovač brzd

Systém hydraulického posilovače brzd se používá u vozidel, které jsou vybaveny zdrojem hydraulické energie (např. servořízení) a motorem, který má jen nízký podtlak v sacím potrubí (např. vznětový motor nebo motor s turbodmychadlem). U těchto systémů zaujímá hydraulický posilovač brzd podstatně menší zastavěný prostor a dodává vyšší výstupní tlak (cca 160 bar) než podtlakový posilovač brzd. (3)

Obrázek 7 Hydraulický posilovač brzd (3)



Systém hydraulického posilovače brzd se skládá z čerpadla (posilovače) řízení (1), zásobní nádržky (2) s filtrem, tlakově řízeného regulátoru průtoku (3) s hydraulickým zásobníkem (4), hlavního brzdového válce (5) s vyrovnávací nádržkou (6). Čerpadlo řízení zásobuje posilovač brzd (7) a servořízení (8) hydraulickým tlakovým médiem. (3)

2.6. Brzdová kapalina

U brzdové kapaliny (hydraulické kapaliny) je velmi důležité, aby byla chemicky neutrální, nesmí působit korozivně na kovové části brzdového systému a chemicky na pryžová těsnění. Většina brzdových kapalin je vyrobeny na bázi alkoholu. Nejčastěji je to glykol a glykoléterové směsi se speciálními přísadami. Tyto látky v podstatě splňují požadavky na ně kladené a v mnoha

případech je i dokonce překračují. Bohužel, ale jsou silně hygroskopické (absorbují vzdušnou vlhkost) a při delším kontaktu s lakovaným povrchem může dojít k jeho narušení. Vlhkost se v brzdovém okruhu vyskytuje pomocí odvzdušňovacích otvorů ve vyrovnávací nádobce a brzdách. Pohlčená vlhkost má nežádoucí vliv na vlastnosti kapaliny, protože se v ní mohou vytvořit bublinky vodních par a to již při poměrně nízké teplotě, což může vést i k selhání brzd. Brzdová kapaliny, která obsahuje 3,5% vody má bod varu asi 140°C až 160°C. Z těchto důvodů je velmi důležité pravidelné sledování obsahu vody v brzdové kapalině, protože již po dvou letech provozu obsahuje asi 3% vody, proto je doporučená doba užívání kapaliny asi 1 rok. Brzdová kapalina je vysoce toxická, z tohoto důvodu nesmí být nikdy skladována v lahvích od nápojů. (5)

Požadavky na brzdovou kapalinu:

- minimální stlačitelnost
- vysoký bod varu (např. 260°C)
- stálost při vysoké teplotě a nízký bod tuhnutí (-60 °C)
- dlouhá životnost
- minimální a konstantní viskozita
- mísitelnost s ostatními brzdovými kapalinami

2.7. Brzdové obložení

Většinou se používá obložení z organických materiálů, pro obzvláště vysoké namáhání se vyrábí obložení ze spékaných práškových kovů. U organických brzdových obložení se používají práškové nebo vláknité třecí materiály z minerálních, kovových, keramických nebo organických látek, které jsou vázány organickými pojivy (např. syntetická pryskyřice nebo kaučuk). Dříve používaný azbest je zdraví škodlivý a dnes je většinou nahrazován jinými materiály, např. uhlíkovými, ocelovými nebo skleněnými vlákny. (5)

U bubnových brzd je brzdové obložení přinýtováno nebo přilepeno na brzdové čelisti, u kotoučových brzd je přilepeno na kovové nosné segmenty. (5)

Požadavky na brzdová obložení:

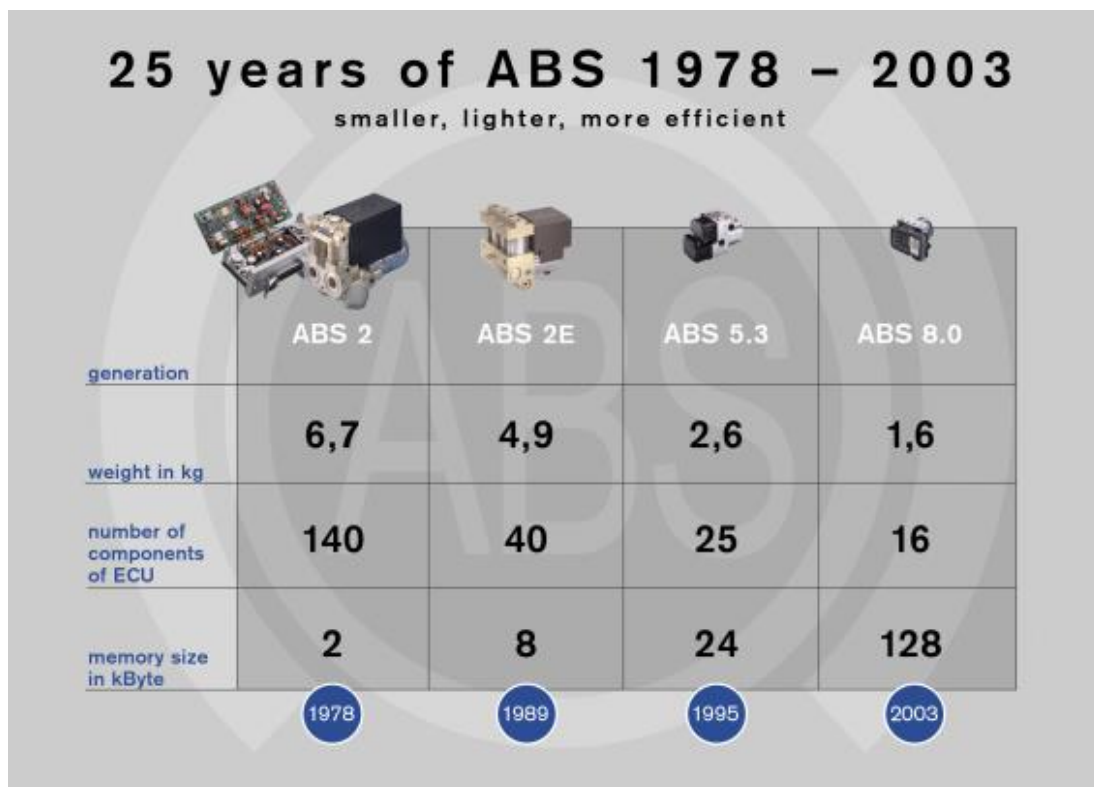
- velká tepelná a mechanická pevnost
- vysoká životnost
- stálý součinitel tření i při vysokých teplotách a kluzných rychlostech (omezení „fadingu“)
- netečnost vůči vodě a nečistotám
- odolnost proti vytváření sklovité povrchové vrstvy

2.8. Protiblokovací systém brzd ABS

Historie ABS

Systém ABS byl vyvinut firmou BOSCH v roce 1978. Historie však sahá ještě dál. Již na počátku 20. století se objevovaly úvahy o tom, jak by bylo možné zabránit blokování kol při prudkém brzdění. Firma Bosch ohlásila již roku 1936 patent na „Zařízení k zabránění silného brzdění kol motorového vozidla“. Avšak teprve s příchodem elektronického řízení mohli inženýři vyvinout protiblokovací brzdny systém, který by byl dostatečně rychlý a robustní pro použití v motorových vozidlech. První komerční uplatnění našel systém ABS jako zvláštní výbava vozu Mercedes-Benz třídy S a krátce na to také u BMW řady 7. (7)

Obrázek 8 Vývoj systému ABS v čase

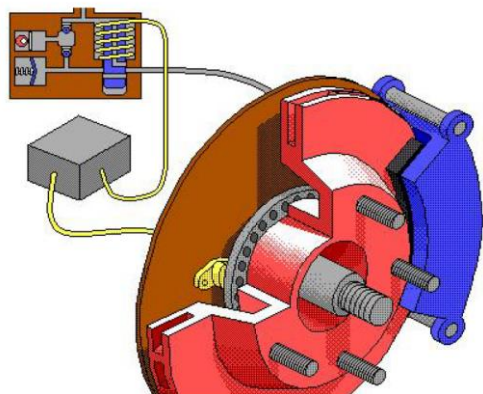


Funkce

Protiblokovací systém ABS (z anglického Anti-lock Braking System) je jedním ze základních prvků aktivní bezpečnosti vozidla. ABS zabraňuje zablokování kola při brzdění. Kolo se systémem ABS se stále odvaluje a tím se zabraňuje ztrátě říditelnosti vozidla. Odvalující se kolo totiž umožňuje zachování stability, ovladatelnosti a říditelnosti vozidla v mezních situacích (například při prudkém brzdění nebo brzdění na kluzké vozovce). Zablokované kolo totiž nepřenesou žádnou boční sílu a neumožní zatočení. Systém zabraňuje zablokování kol při brzdění tím, že automaticky reguluje brzdovou sílu v třmenech tak, aby nedošlo k zablokování kol. Při zablokování kola by došlo ke ztrátě adheze a vozidlo by se stalo neříditelné, nebylo by možné měnit směr jízdy otáčením volantů. Každé kolo má vlastní snímač otáček, který dává řídicí jednotce informace o rychlosti otáčení jednotlivých kol. Pokud řídicí jednotka dostane signál, že je kolo blokováno, krátkodobě sníží tlak v brzdovém systému a tím uvede kolo

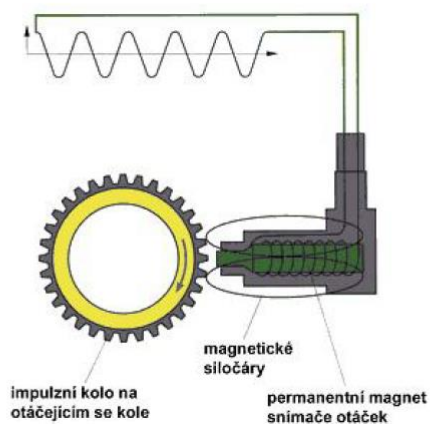
znovu do pohybu. Systém ABS může uvolnit kolo 12–16x za sekundu a tím systém zajišťuje relativně stálé otáčení kol a říditelnost vozu. Při prudkém brzdění systém ABS udržuje brzdovou sílu na mezi adheze, dochází při něm k zablokování kola a následném uvolnění kola v rychlém sledu za sebou až do zastavení vozidla. (7)

Obrázek 9 Součásti systému ABS (7)



Každé kolo je vybaveno indukčním snímačem otáček, na obrázku nad textem je to žlutý snímač u brzdového kotouče. Ten dává řídicí jednotce informace o pohybu kola. Řídicí jednotka (šedá krabička) situaci vyhodnocuje a pomocí regulačního ventilu (hnědá součást v horním obrázku) případně snižuje tlak v brzdovém systému, aby uvedla kolo znovu do pohybu. (7)

Obrázek 10 Snímač otáček kola



ABS brzdou dráhu nezkracuje! To je často rozšířený omyl. ABS pouze umožňuje říditelnost vozidla při brzdění maximální intenzitou!

2.9. Stabilizační systém (ESP)

Historie ESP

Objevení a následné zavedení ESP znamenalo v automobilovém průmyslu převratný pokrok. Obdobná situace nastala kdysi při zavedení ABS. Prvním vozem, který byl vybaven systémem ESP, se stal v roce 1995 Mercedes E nové generace. Cena nového systému však byla pro obecné nasazení příliš vysoká. Kvůli nezdařilému testu švédských novinářů v roce 1997 se však ESP rychle dostalo do výbavy i vozidel nižších tříd. Při onom testu nového Mercedesu třídy A si automobil nedokázal poradit s tzv. losím testem a převrátil se. To vzbudilo mnoho kritiky. Aby značka Mercedes neztratila kredit, začala vybavovat i tyto levnější modely systémem ESP. Nemalou měrou se o existenci ESP zasloužila i firma BOSCH, která se zabývá vývojem těchto a podobných elektronických systémů a zároveň je jeho největším výrobcem. (8)

Funkce

Elektronický stabilizační systém ESP pomáhá řidiči předcházet smyku, případně má pomoci s jeho vyrováním. Nejznámějším příkladem elektronického stabilizačního systému je zkratka ESP. Dnes existuje mnoho různých výrobců a označení, funkce je však založena vždy na stejném principu.

Jeden z prvních a zároveň nejvíce označovaných elektronických stabilizačních systémů nese označení ESP. Zkratka ESP pochází z anglického Electronic Stability Programme, což v překladu znamená elektronický stabilizační program. Systém ESP prostřednictvím zásahů do brzdové soustavy pomáhá zvládnout kritické situace, které mohou při jízdě nastat. Je-li zjištěn nestabilní stav jízdních vlastností vozidla, dojde k samočinné aktivaci ESP. ESP prostřednictvím řízených brzdných zásahů vozidlo stabilizuje. Ke své funkci

využívá ESP i další elektronické systémy podvozku jako ABS a protiskluzové systémy. Systém ESP umožňuje využití jízdních vlastností až na samou hranici fyzikálních zákonů, tím přispívá k obecnému zvýšení aktivní bezpečnosti. Ze statistik vyplývá, že kdyby všechny vozy byly vybaveny ESP, zabránilo by to zhruba desetině dopravních nehod. Systém ESP vyhodnocuje až 30 krát častěji než řidič stav jízdní stability a v případě potřeby okamžitě zasahuje. (8)

Princip:

Aby mohlo v kritické situaci ESP správně reagovat, musí znát odpovědi na dvě základní otázky. Kam řidič vozidlo směřuje a kam vozidlo doopravdy jede. (8)

Pro zodpovězení těchto otázek je vozidlo vybaveno mnoha snímači:

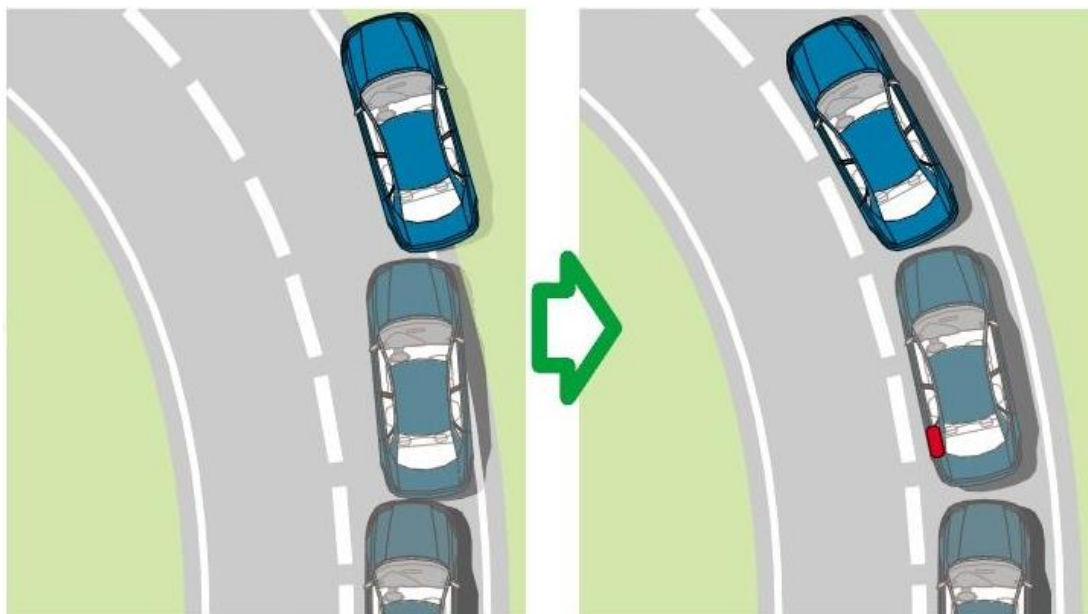
- Snímač natočení volantu
- snímače otáček všech kol
- měřič příčného zrychlení
- měřič momentu setrvačnosti podle svislé osy vozu.

Na základě hodnot z těchto senzorů systém může porovnat požadovanou dráhu vozidla se skutečnou. Pokud se hodnoty liší, systém vyhodnotí situaci jako kritickou a zasáhne. (8)

Cílenými brzdnými zásahy vytvoří ESP opačný otáčivý moment, než je moment, který vozidlo dostal do smyku. (8)

Nedotáčivost

Obrázek 11 Stabilizace při nedotáčivosti (8)



Nedotáčivost je smyk přední nápravy a projevuje se neochotou vozidla zatočit. V závislosti na situaci sníží systém ESP točivý moment motoru a potlačí řadící procesy u automatických převodovek. Následně systém cílenými brzdnými zásahy na jednoho nebo více kol vytvoří opačný otáčivý moment než který dostal vozidlo do smyku. Při nedotáčivém smyku dojde nejdříve ke snížení tahu motoru a následně systém přibrzdí zadní kolo na vnitřní straně zatáčky. Starší systémy používaly pro stabilizační zásah vnitřní zadní kolo. Současné systémy ESC využívají pro stabilizační zásah obě vnitřní kola. (8)

Přetáčivost

Obrázek 12 Stabilizace při přetáčivosti (8)



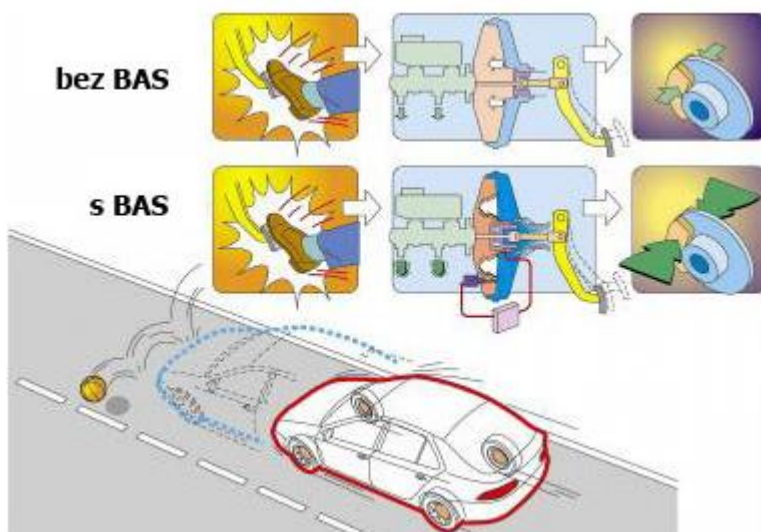
Přetáčivost je smyk zadní nápravy, který se projevuje přílišným zatočením vozidla. Tento stav je hůř zvládnutelný než nedotáčivost. Při přetáčivém průjezdu zatáčkou systém ESP nejdříve přibrzdí kolo na vnější straně zatáčky, pokud ani tento zásah nestačí, nařídí řídicí jednotka krátkodobé přidání plynu. K tomuto stavu dochází velmi zřídka. (8)

Tímto způsobem systém ESP vyrovnává vznikající smyk. Princip vyrovnání nevyžaduje přímé zásahy do řízení. Ve skutečnosti se blíží způsobu, kterým jsou řízena pásová vozidla.

2.10. Brzdový asistent

Brzdový asistent je zařízení pomáhající řidiči při kritickém brzdění. Výrobci automobilů dnes nabízejí různé varianty brzdových asistentů a používají pro ně různá označení. Jednotlivé asistenty se však liší pouze ve způsobu snímání signálů potřebných pro vyhodnocení, jinak jsou v principu všechny podobné. (9)

Obrázek 13 Popis BAS v reklamě (9)

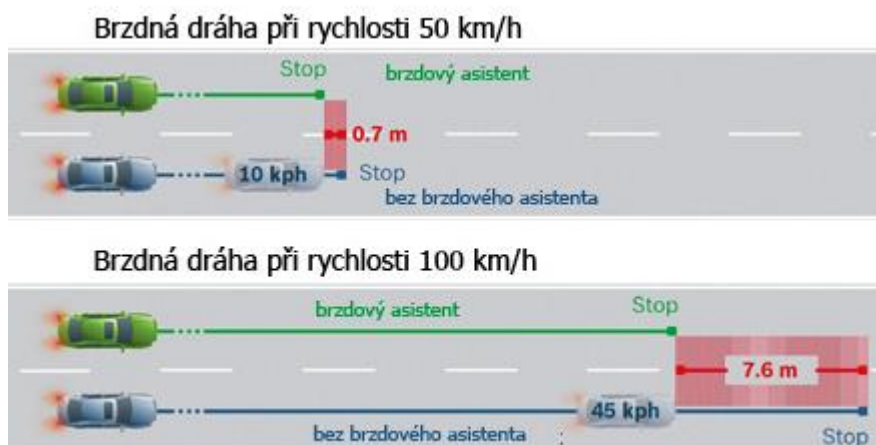


Brzdový asistent (BAS – Brake Assistant System) pomáhá řidiči v situacích, kdy při skutečně kritickém brzdění málo zkušený řidič nestlačí brzdový pedál dostatečně silně. Snímače brzdového asistenta jsou schopny takovou situaci rozpoznat a následně dát pokyn pro maximální zvýšení tlaku v hydraulickém systému brzd. Brzdový asistent spolupracuje s posilovačem brzd a plně využívá možností ABS. Zkrácením doby dosažení maximálního brzdného účinku se zkracuje i brzdná dráha. (9)

Princip

Pod brzdovým pedálem je umístěn snímač, který snímá rychlost a sílu stlačení pedálu. Impulzem pro aktivaci brzdového asistenta je mezní hodnota výkonu vyjádřená jako součin síly a rychlosti. Tato mezní hodnota je získána na základě zkušeností z provozu tak, aby nedocházelo k nežádoucím sepnutím např. během přibrzdňování v koloně. Při překročení této mezní hodnoty dojde k aktivaci brzdového asistenta, který urychlí náběh brzd. Asistent udržuje maximální účinek i po dobu brzdění až do okamžiku uvolnění pedálu, pak se automaticky vypne.

Obrázek 14 Brzdná dráha při použití BAS



Zkoušky systému BAS prokázaly zkrácení brzdné dráhy o 15 až 20%. I když účinek systému je velmi ovlivněn řidičovou zkušeností, v kritické situaci totiž méně 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 potenciál brzd. Naopak zkušený řidič sešlapuje brzdový pedál rychle a dostatečně velkou silou, čímž maximálně využívá možnosti brzdového systému vozidla v součinnosti s ABS.

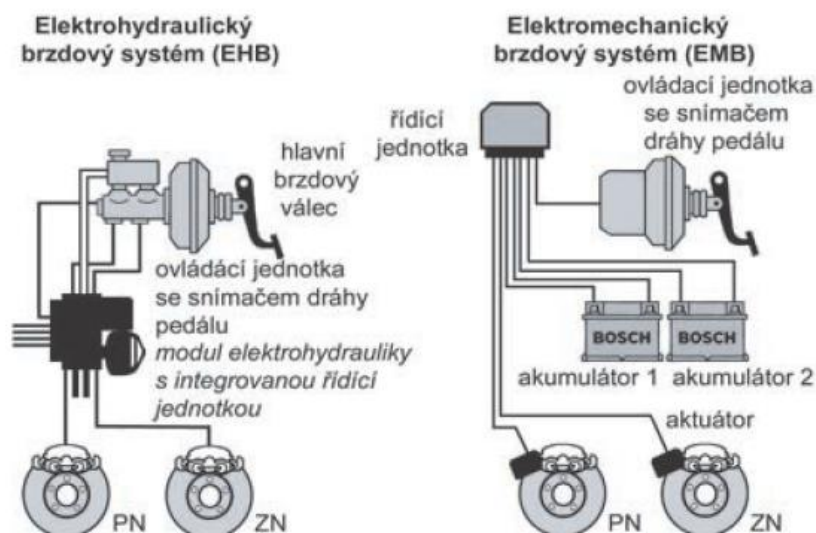
Existují různé typy brzdových asistentů od jednoduchých mechanických (MBA) po složitější elektronické (EBA) a hydraulické (HBA).

3. Elektrické brzdy (brake by wire)

V dalším vývoji systémů automatického brzdění a ovládání automobilu se rýsuje jeden obecný trend: Mechanické systémy jsou nahrazovány systémy „X-by-Wire“, které snímají povely vydávané řidičem pomocí senzorů, jejich informace elektronicky zpracovávají a řídicí povely vytvořené na jejich základě předávají akčním členům. Jedním z již realizovaných systémů je elektronický pedál plynu, označovaný jako „Drive by Wire“. Bosch také intenzivně pracuje na vývoji elektronických systémů v oblasti brzdy a řízení. Systémy "Steer by Wire" a "Brake by Wire" jsou totiž předpokladem pro zavedení nových bezpečnostních a komfortních funkcí, které bude možno uskutečnit pouze v součinnosti několika systémů na vozidle. (10)

Brake by Wire tvoří mechanickohydraulické rozhraní mezi pedálem brzdy a brzdami na kolech. Sensory snímají povel k brzdění vydaný řidičem a přenášejí tuto informaci do elektronické řídicí jednotky. Ta prostřednictvím příslušných akčních členů zajistí potřebný brzdový účinek na kolech. (10)

Obrázek 15 Schéma elektrohydraulického a elektromechanického systému brake by wire (11)



Elektrohydraulický systém brake by wire

Nejvýhodnější koncepci systému Brake by Wire v současné době představuje elektrohydraulická brzda EHB. Tento systém zčásti využívá osvědčených

komponentů hydraulické brzdy, a bude proto již brzy připraven pro zavedení do sériové výroby. (10)

U klasických brzdových systémů se brzdný tlak na kolech vytváří po sešlápnutí pedálu brzdy řidičem v hlavním brzdovém válci nebo při stabilizačním zásahu ESP v hydraulickém systému ESP. U EHB se naproti tomu brzdý tlak na brzdy kol přenáší z hydraulické tlakové nádoby brzdovou kapalinou, jejíž zásoba vystačí na několikeré zabrzdění. Pístové čerpadlo poháněné elektromotorem v plynovém zásobníku s membránou zajišťuje řízení tlaku brzdové kapaliny v rozmezí 140 a 160 bar. (10)

Po sešlápnutí pedálu brzdy nebo při stabilizačním zásahu ESP řídicí jednotka EHB na základě programového algoritmu vypočítá požadovanou hodnotu brzdného tlaku pro každé kolo. Protože se tato tlaková hodnota vypočítává a měří pro každé kolo zvlášť, je možno pomocí takzvaných modulátorů tlaku řídit brzdý tlak jednotlivě pro každé kolo. Každý z těchto čtyř modulátorů má vypouštěcí a napouštěcí ventil, řízený prostřednictvím elektronického koncového stupně. (10)

Spojení s řidičem zajišťuje ovládací jednotka brzdy. Ta pomocí snímače dráhy a tlaku v hlavním brzdovém válci, který zůstává při tomto konstrukčním řešení zachován, měří rychlost a sílu sešlápnutí brzdového pedálu. Tyto informace jsou zpracovávány řídicí jednotkou, která na jejich základě generuje řídicí signály pro modulátory brzdného tlaku kol. V normálním případě není hlavní brzdový válec spojen s brzdovým okruhem. Pocit, na který je řidič při sešlápnutí brzdového pedálu zvyklý, vytváří simulátor pedálové dráhy. Při stabilizačním zásahu EAP se potřebný brzdící tlak z hlavního brzdového válce bez zásahu řidiče rychle a přesně předává do brzd na kolech. (10)

Elektromechanický systém brake by wire

U elektromechanického systému (EMB) zcela odpadá celý hydro-pneumatický okruh a impulzy z pohybu brzdového pedálu jsou elektrickým okruhem přenášeny přímo do výkonové jednotky na každém kole tzv. aktuátoru. Elektromotory, vestavěné do kol, vyvíjejí brzdnu sílu přímo tam, kde je

zapotřebí. Zdrojem energie potřebné k činnosti brzd je palubní síť vozidla, pro její přenos se využívají signálové a výkonové vodiče. (11)

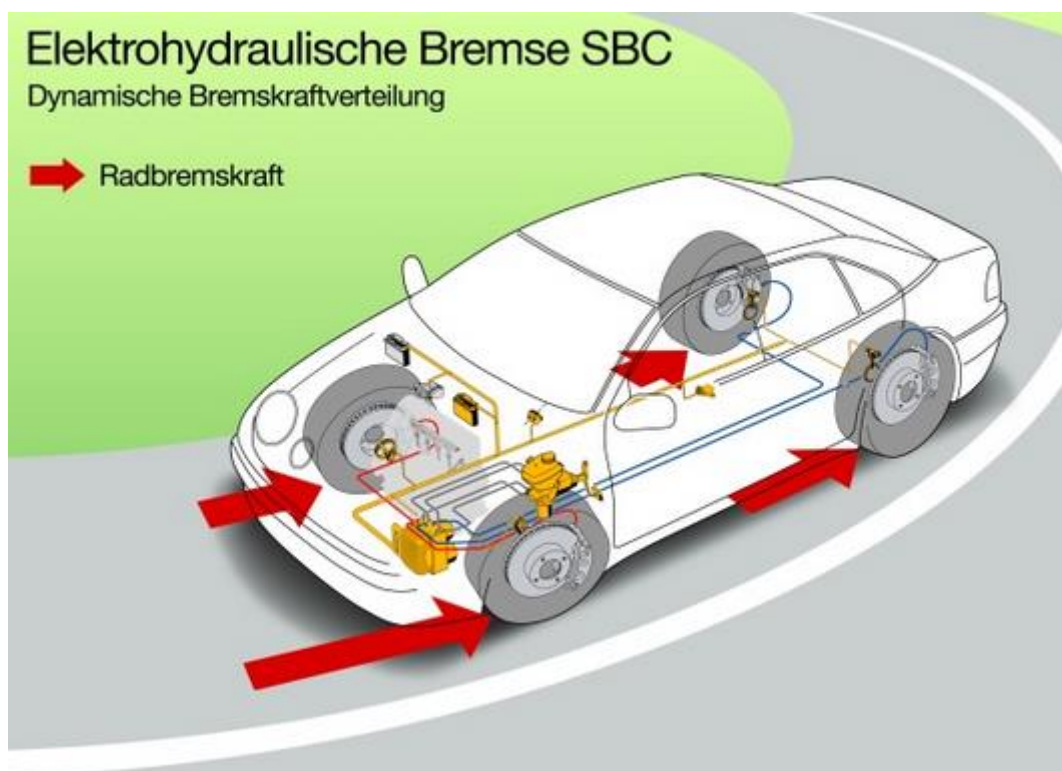
Největším problémem systému EMB je, že na rozdíl od EHB zde neexistuje možnost hydraulického přenosu sil při případném výpadku systému. Z tohoto důvodu jsou vyžadovány dva nezávislé elektronické brzdové okruhy. Elektromotory musí být lehké a kompaktní, aby je bylo možno umístit do stěsnaných prostor uvnitř ráfku. Zde ovšem na brzdové moduly kol působí extrémní mechanické a teplotní zatížení vyžadující robustní konstrukční provedení. (11)

Systém EMB sestává ze čtyř brzdových aktuátorů umístěných přímo na disku kotoučové brzdy (jako běžné třmeny), které předávají impulzy do elektromotoru integrovaného ve stejném konstrukčním celku. Každý z těchto motorů je řízen samostatnou elektronickou jednotkou a přímo vyvolává brzdnu sílu. Systém EMB je vybaven dvěma proudovými okruhy, aby byly splněny bezpečnostní požadavky. Při výpadku jednoho z okruhů je brzda na každém kole stále funkční. Na rozdíl od současných brzd nevytváří systém EHB brzdny tlak v tandemovém hlavním brzdovém válci, ale v hydraulické jednotce. Tato jednotka se skládá z hydraulické řídicí jednotky s ventily pro okruhy brzd na jednotlivých kolech (HCU = Hydraulic Control Unit) a z agregátu motor-čerpadlo-zásobník (MPSA = Motor-Pumpe-Speicher-Aggregat), ve kterém se vytváří a udržuje hydraulický tlak. Příkazy vydává elektronická řídicí jednotka. (11)

Ta však nevypočítává brzdny účinek jenom podle přání řidiče. Při výpočtu brzdny tlaků bere v úvahu i vnější signály o okamžitém stavu vozidla. Tyto signály přicházejí například ze systému ABS nebo systému stabilizace jízdní dynamiky ESP, elektronického rozdělovače brzdny účinku (EBV) nebo samostatného automatického systému regulace vzdálenosti od vpředu jedoucího vozidla. Logické spojování všech těchto signálů v ECU elektrohydraulického brzdnyho zařízení vytváří přesny obrázek o brzdny tlacích zaručujících optimální chování a stabilitu automobilu při brzdění. (11)

Například při brzdění v zatáčce mohou oba systémy nastavit na brzdách vnějších kol vyšší tlak než na vnitřních. V tomto případě totiž v důsledku odstředivé síly působí vnější kola na vozovku větší tíhovou silou, která tak mohou na vozovku přenášet větší síly. (11)

Obrázek 16 Schéma rozdílného brzdného účinku při brzdění v zatáčce u brake by wire (12)



4. Brzdná dráha

Brzdná dráha je vzdálenost, na které se vozidlo jedoucí počáteční rychlostí úplně zastaví. Tento základní parametr bezpečnosti je závislý na rychlosti řidičovy reakce, kvalitě brzd a přilnavosti pneumatik. (13)

Dráha potřebná pro zastavení je tvořena ze dvou částí – reakční dráha a vlastní brzdná dráha. Reakční dráha je dráha, kterou řidič ujede od okamžiku, kdy rozpozná kritickou situaci, zpracuje ji a začne brzdit. To trvá asi jednu sekundu, v závislosti na rychlosti řidičovy reakce. V tomto čase se však vozidlo dále pohybuje s nezměněnou rychlostí. Např. při 50 km/h je reakční dráha 14 m dlouhá. Teprve potom jsou zapojeny brzdy. Brzdná dráha závisí na počáteční rychlosti a mnoha dalších faktorech. (13) (14) (15)

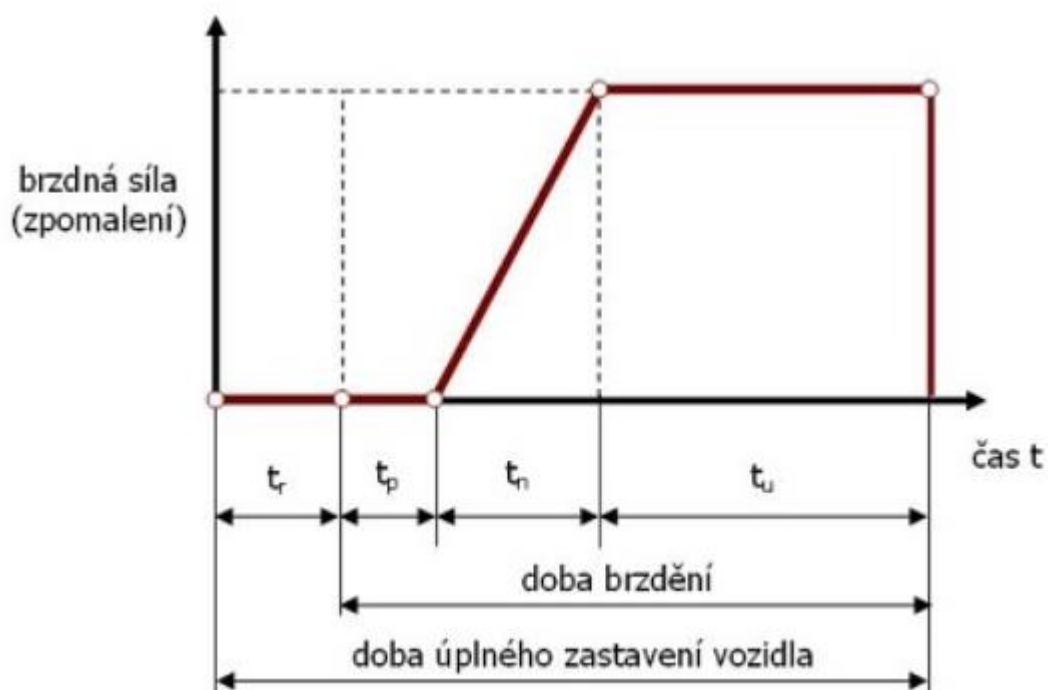
Tabulka 2 Brzdná dráha v závislosti na rychlosti a povrchu vozovky (13)

Rychlost vozu	Reakční dráha	Brzdná 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
mokrá 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

Brzdění má zhruba následující průběh: od zpozorování překážky do okamžiku vzniku brzdné síly na kole uplyne čas „ t_r “. To je reakční čas řidiče a čas, ve kterém řidič přesune nohu na brzdový pedál. Další časový úsek označme „ t_p “, je to čas tzv. prodlevy brzd. V tomto čase se vymezí a překoná vůle v kloubech

a ložiskách, brzdové obložení dosedne na třecí plochy brzd. Až potud jede při zanedbání jízdních odporů automobil nesníženou rychlostí. Další úsek se nazývá doba náběhu brzdy, což je čas, ve kterém účinek brzd dosáhne svého maxima, označení „ t_n “. V dalším časovém úseku „ t_u “, tj. během doby plného brzdění, předpokládáme konstantní zpomalení až do úplného zastavení. Průběh velikosti brzdné síly je znázorněn na následujícím grafu. (13)

Graf 1 Graf zpomalení (13)



Vlastní brzdná dráha, potažmo tedy doba plného brzdění a náběhu brzdy, je ovlivněna přilnavostí pneumatik – adhezí. (13)

Tabulka 3 Závislost typu povrchu a délky brzdné dráhy (13)

Povrch	Koeficient nárůstu brzdné dráhy
Suchý beton	1
Suchý asfalt	1,3
Suchá dlažba	1,4
Mokrý beton	1,5
Mokrý asfalt	1,8
Mokrá dlažba	2,6
Sníh	3,3
Náledí při -20°C	5,6
Náledí při -10°C	7,6
Náledí při 0°C	10,3

5. Legislativní předpisy na brzdné zpomalení

Legislativní požadavky na brzdné zpomalení upravuje:

- Zákon č. 56/2001 Sb. O podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích
<http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=50994&nr=56~2F2001~20Sb.&ft=pdf>
- Prováděcí vyhláška Ministerstva dopravy č. 341/2002 Sb. O schvalování technické způsobilosti vozidel a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích
<http://portal.gov.cz/app/zakony/download?idBiblio=53698&nr=341~2F2002~20Sb.&ft=pdf>
- Mezinárodní předpisy OSN EHK
 - o č. 13
 - o č. 78
 - o č. 90

Z předpisů vyplývá, že vozidla musí být schopna zastavit na dráze odpovídající rovnici

$$s \leq v_0 \left(t_1 + \frac{t_2}{2} \right) + \frac{v_0^2}{2 \cdot a} = K_1 \cdot v_0 + \frac{v_0^2}{K_2}$$

, kde

s	brzdná dráha (m)
v ₀	počáteční rychlost (km.h ⁻¹)
t ₁	doba prodlevy brzd (s)
t ₂	doba náběhu působení brzdného účinku (s)
a	brzdné zpomalení (m.s ⁻²)
K ₁ , K ₂	konstanty

$$K_1 = \left(t_1 + \frac{t_2}{2} \right) \cdot \frac{1}{3,6} \quad K_2 = \frac{1}{2 \cdot a} \cdot \frac{1}{3,6^2}$$

K_1 , K_2 jsou konstanty a podle vyhlášky č. 341/2002 Sb. nabývají těchto hodnot:
(2)

$K_1 = 0,1$ (pro vozidla s mechanickými nebo hydraulickými brzdami)

$K_1 = 0,15$ (pro vozidla s pneumatickými brzdami)

$K_2 = 150$ (brzdné zpomalení odpovídající $a = 5,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

$K_2 = 130$ (brzdné zpomalení odpovídající $a = 5,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

$K_2 = 115$ (brzdné zpomalení odpovídající $a = 4,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

$K_2 = 103,5$ (brzdné zpomalení odpovídající $a = 4,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

Výsledkem všech legislativních předpisů jsou hodnoty na zpomalení vyjádřené již dříve uvedenou tabulkou, pro připomenutí níže:

Tabulka 4 Legislativní požadavky na zpomalení, souhrn údajů (1)

Kategorie vozidel podle EHK – R 13 (druh, max. hmotnost m)		Přeprava osob			Přeprava nákladu		
		Osobní automobily M1	Autobusy		Nákladní automobily		
			m ≤ 5 t M2	m > 5 t M3	m ≤ 3,5 t N1	3,5 > m ≤ 12 t N2	m > 12 t N3
Provozní brzdění	Počáteční rychlost v_0	80 km/h	60 km/h		70 km/h	50 km/h	40 km/h
	Max. brzdná dráha s	$0,1 \cdot v_0 + v_0^2 / 150$ $s = 50,7$ m	$0,15 \cdot v_0 + v_0^2 / 130$ $s = 36,7$ m		$0,15 \cdot v_0 + v_0^2 / 115$		
	Max. nožní síla F_a	500 N	700 N		700 N		
	Max. prodleva t_l	0,36 s	0,54 s		0,54 s		
	Zpomalení a	5,8 m/s ²	5 m/s ²		4,4 m/s ²		
Nouzové brzdění	Max. brzdná dráha s	$0,1 \cdot v_0 + 2v_0^2 / 150$ $s = 93,4$ m	$0,15 \cdot v_0 + 2v_0^2 / 130$ $s = 64,4$ m		$0,15 \cdot v_0 + 2v_0^2 / 115$		
	Max. ruční síla F_r	400 N	600 N		600 N		

Je z ní patrné, že maximální brzdná dráha osobního automobilu M1 je z rychlosti 80 km.h⁻¹ max. 50,7 m a tomu odpovídající brzděné zpomalení je 5,8 m.s⁻². Jedná se o celkovou dráhu, kterou vozidlo projede během

- prodlevy brzd
- doby náběhu brzd
- a vlastní brzdění

Dle legislativy a zejména z bezpečnostních důvodů je třeba, aby brzdové ústrojí dále plnilo požadavky na:

- rovnoměrnost brzdění pravých a levých kol náprav (měřený parametr během zkoušky STK a ne více než o 30 %)
- doba prodlevy brzd a doba náběhu brzd
- doba potřebná na odbrzdění
- nepřekročení maximálně dovolené ovládací síly (viz tabulka)

Předepsaný interval kontroly osobních vozidel na STK je poprvé po 4 letech provozu a následně po 2 letech.

6. Technika měření brzdové síly na Stanicích technické kontroly

Jedná se o zkoušení brzd na válcovém zkušebním stavu při malých rychlostech, u osobních automobilů při rychlostech vyšších než 5 km/hod a u nákladních při rychlostech vyšších než 2 km/hod, při kterém je měřena závislost brzdové síly jednotlivých kol na ovládací síle. Závislosti vytvářejí tzv. charakteristiku brzdy kola. Z tvaru brzdových charakteristik lze pak stanovit nejen brzdový účinek vozidla, ale srovnáním s typickým tvarem charakteristiky pro dané vozidlo identifikovat i případné závady na brzdové soustavě vozidla. (16)

Provádění zkoušek při nízkých rychlostech vyžaduje zkušební válce s velkým koeficientem adheze. Zkušební rychlost je limitována zejména potřebným výkonem elektromotorů zkušebny. Dále je potřeba připomenout, že je nezbytné, aby zkušebna hlídala blokování kol při brždění, aby nedošlo k poškození pneumatik. Tento typ zkoušek je nejvhodnější pro celkovou diagnostiku brzdové soustavy vozu, dává ucelený pohled na její stav. (16)

Moderní válcová zkušebna brzd pro nákladní automobily, návěsy a autobusy, ale také osobní a dodávkové automobily, je konstruována s dělenými válcovými jednotkami a motory uloženými vedle válcových jednotek. Vysoce kvalitní na bázi vyspělé elektroniky koncipovaný měřicí systém (precizní DMS-senzorika) zajišťuje v praxi vysokou přesnost ($\pm 1\%$ z naměřené hodnoty), necitlivost vůči změnám teploty i vlhkosti prostředí a bezúdržbový provoz. (17)

Pro zjednodušení obsluhy slouží dálkové ovládání a bezkabelové snímání síly na brzdový pedál a ovládacích tlaků vzduchových brzd. (17)

Některé válcové zkušebny brzd umožňují také tzv. "sladění" brzdového systému jízdní soupravy jako celku. Je důležité, aby jednotlivé větve brzdového systému tažného vozidla a vozidla taženého (přívěsu) byly nastaveny tak, aby namáhání spojovací oje bylo co nejmenší. Každá část soupravy musí brzdit tak, aby vykazovala přibližně stejné výsledné zbrzdění. (17)

Moderní zkušebna je konstruována tak, aby měla velmi dlouhou životnost a mimořádnou provozní spolehlivost (žárově zinkované konstrukce, speciální bezúdržbová ložiska, pryžové tlumicí prvky atd.). Zkušebnu lze instalovat jak na volné podlaze, tak nad montážní jámou. (17)

Obrázek 17 Válcová zkušebna (18)



Ceny válcových zkušeben brzd se pohybují v řádově stotisícových částkách Kč bez DPH.

7. Závadovost brzdových soustav

Předepsaný interval kontroly osobních vozidel na STK je u nového vozu poprvé po 4 letech provozu a následně po 2 letech. Při této kontrole se kontroluje i stav brzdové soustavy.

V pravidelných intervalech přibližně každý rok je obyvatelstvo prostřednictvím médií informováno (zastašováno) informacemi o tom, že technický stav vozidel provozovaných v ČR je tristní, vozidla nejsou v řádném technickém stavu a jsou nebezpečná. Tyto informace jsou na závěr doprovázeny doporučeními, aby vozidla byla kontrolována častěji a přísněji. Pravděpodobným objednatelem těchto zpráv je vláda. Všechna tato prohlášení mají jednu společnou vlastnost, a to, že závadovost vozidel nikdo nevyhodnocuje a nikdo neví, kolik nebezpečných vozidel vlastně je. A přesto si poslanci parlamentu (z iniciativy vlastní, Policie ČR nebo lobbystických skupin) dovolují navrhnout další povinnosti pro provozovatele vozidel a zdůvodňují to neexistující problémy. To je pochopitelně chybný přístup a je třeba, aby odborná veřejnost vhodně reagovala.

Nyní se pokusíme kvantifikovat, jaký je ve skutečnosti opravdový výskyt nebezpečných závad u vozidel provozovaných v ČR.

Za nebezpečnou závadu bude považována závada klasifikovaná systémem Stanic technických kontrol v třístupňovém hodnocení jako Nebezpečná (někdy též označována jako závada kategorie C, nejzávažnější možná).

V neprospěch závadovosti brzdových soustav budou hledány všechny závady úrovně Nebezpečná. Tedy závady nejen brzd, ale i nadměrné úniky kapalin, některé závady řízení, nadměrná koroze nosných částí apod. V dalším textu vyplyne, že si tuto nepřesnost lze dovolit.

Protože potřebné statistiky v ČR nerozlišují mezi kategoriemi vozidel, a to ani neveřejné, bude nutno se občas odchýlit od tématu osobních vozidel a zahrnout mnohde do výzkumu všechna vozidla.

Závadovost se bude zkoumat na různých statistických souborech:

- 7.1. Závadovost dle: ČR, kat. M1, jedna stanice STK
- 7.2. Závadovost dle: ČR, kat. M1, statistika autoservisu
- 7.3. Závadovost dle: ČR, všechna vozidla, pravidelné kontroly, všechny stanice STK (20)
- 7.4. Závadovost dle: ČR, všechna vozidla, stanice STK při Státním odborném dozoru
- 7.5. Závadovost dle: Německo, všechna vozidla, státní pravidelná kontrola, všechna vozidla
- 7.6. Závadovost dle: ČR, nehodovost v důsledku závady
- 7.7. Závadovost: shrnutí

7.1. Závadovost dle: ČR, kat. M1, jedna stanice STK

Cílem bylo zjistit, jaký podíl vozidel mělo zjištěno nebezpečnou závadu, která byla zkontrolována v měsíci 01/2013 na jedné Stanici technické kontroly ve Východních Čechách.

Za statistický soubor byla vzata všechna motorová vozidla kategorie M1 – automobily pro přepravu osob, tj. vozidla, která mají nejvýše osm míst k přepravě osob (nepočítaje místo řidiče) (19)

Následující obrázek je příkladem záznamníku závad vozidla. Bylo použito znečitelnění některých údajů. Na záznamníku je identifikace vozidla, kontrola některých identifikátorů (např. barva), identifikace stanice, která kontrolu provádí, čas a datum, identifikace operátora který kontrolu provádí a seznam nalezených závad rozčleněných do jedné ze tří kategorií. V tomto případě je nalezeno pět lehkých závad. Závady jsou tabelovány a každé závadě je přidělen kód.

Obrázek 18 Záznamník závad vozidla z STK

ZÁZNAMNÍK ZÁVAD VOZIDLA

RZ: 3H2 4 [REDACTED]
 PROTOKOL č. CZ: [REDACTED] 140

Druh technické prohlídky: opakovaná	Datum první registrace: 13.10.1999	Druh vozidla: OSOBNÍ AUTOMOBIL
Rozsah: částečný	Kategorie vozidla: M1	
Značka vozidla: HYUNDAI	Obch. označení (typ): LANTRA	Rok výroby: 1999

SME č.: 46.02.43 ze dne: 24.1.2013 číslo protokolu: 25 [REDACTED]

VIN vozidla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	souhlasí s doklady	ANO	NE
	K	M	H	J	W	3	1	R	P	X	U	1	4	2	8	0	4			

Typ motoru: G4GR Výr. č. motoru: _____
 souhlasí s doklady: ANO / NE souhlasí s doklady: ANO / NE
 Stav poč. ujeté vzdálenosti (km): 127 216 Barva voz.: _____

ZÁVADY ZJIŠTĚNÉ NA VOZIDLE:

LEHKÉ (A) []	VÁŽNĚ (B) []	NEBEZPEČNĚ (C) []
1.1.1.1, 2.1		
3.4.2.1		
4.1.2.1.3		
5.3.3.2.1		
6.2.1.1.1		

Poznámky:

Datum: 31.1.2013 Technická způsobilost voz. do: 24.01.2015
 Kontrolní nálepka vylepena: ANO - NE
 Prohlídku provedl technik 119 [REDACTED] č. 079 [REDACTED] Podpis: [REDACTED]
 Stvrzuji, že obsah záznamníku závad souhlasí s protokolem o technické prohlídce vozidla:
 Příjmení, jméno 115 [REDACTED] Podpis: [REDACTED]

Razítko STK: [REDACTED]

Vytisknuto dne 31.1.2013 v 5:58, operátor: [REDACTED]

Zjištěnou závadovost ukazuje následující tabulka:

Tabulka 5 Výskyt Nebezpečných závad za 01/2013 na Stanici technické kontroly, vozidla M1

Prohlídky 01/2013	Nebezpečné	
ks	ks	%
673	4	0,6

Je třeba opět připomenout, že tato tabulka shrnuje nejen závadovost brzd, ale obsahuje všechny závady kategorie Nebezpečné, zjištěné na přítomných vozidlech.

Protože se jedná pouze o čtyři případy, můžeme si závady vyjmenovat u každého z vozidel:

1. Vozidlo
 - a. 1.2.2.1 - nedosažení předepsaného brzdného účinku
2. Vozidlo
 - a. 1.4.1.1.2 - nízká účinnost parkovací brzdy,
 - b. 1.2.1.2.2 - nesouměrnost brzdných sil na kolech téže nápravy o více než 30 %
3. Vozidlo
 - a. 1.4.2.1.2 - u parkovací brzdy nebrzdí žádné z kol,
 - b. 5.2.3.6.2 - hloubka dezénu pneumatik nedosahuje předepsaných hodnot
4. Vozidlo
 - a. 1.2.1.2.2 - nesouměrnost brzdných sil na kolech téže nápravy o více než 30 %

Vidíme, že Nebezpečné závady byly pouze závady brzd a v jednom případě nedostatek na pneumatikách.

Četnost závad osobních motorových vozidel na daném vzorku byla jen 0,6 %. A také vidíme, že skutečně nebezpečná (provozní brzda nebrzdí) vozidla byla pouze tři vozidla (0,45 %).

Z šetření na zmíněné stanici byla zjištěna i např. závadovost vozidel N3 (těžké nákladní automobily) ve výši 5,88 %.

Faktory ovlivňující výsledek měření, které jsou přítomné, ale je obtížné je vyčíslit a zahrnout do statistiky:

Tabulka 6 Faktory ovlivňující závadovost, na stanici STK

Faktor	Faktor reálnou závadovost vozidel
Kontroloři STK některé závady nenašli, ačkoliv je vozidlo mělo	Zvyšuje
Kontroloři nesprávně zařadili některé méně významné závady do kategorie Nebezpečné	Snižuje nepatrně
Kontroloři nezařadili nebezpečné závady do kategorie Nebezpečné, ale do kategorie méně závažné	Zvyšuje
Korupce kontrolorů a zákazníků	Zvyšuje
Kontrolory plnění kvót nalezených Nebezpečných závad (<i>...musím tam něco napsat u takto starého auta, jinak to bude podezřelé...</i>)	Snižuje nepatrně
Zákazník vozidlo na STK předem tzv. „připraví“	Zvyšuje
Obsahuje i měření „na vlastní žádost“	Snižuje

7.2. Závadovost dle: ČR, kat. M1, statistika autoservisu

Byl osloven autoservis jednoho velkého tuzemského výrobce, zda by mohl vyčíslit podíl vozidel, u kterých diagnostikoval závady brzd a závady odstranil.

Bohužel interní servisní informační systém automobilky neumožňuje exaktně odpovědět na tuto jednoduše položenou otázku. Způsob filtrování výsledků autoservis konzultoval i s centrálou automobilky, ale neúspěšně.

Bohužel nejvýstižnější metoda sběru dat a vyčíslení závadovosti byla následující:

1. Jako statistický soubor byl určen jeden konkrétní model auta s jedním konkrétním motorem, tzv. „podvozek“. Důvodem je fakt, že např. tento model auta s jiným motorem používá další typ např. třmenu brzd. Zohlednit všechny modely a všechny varianty každého dílu je

z hlediska sběru dat časově nemožné. I tak je statistický soubor dostatečně velký.

2. Počet návštěv tohoto podvozku v autoservisu
3. Počet a jaké díly byly na tento podvozek vyskladněny

Zvolen byl automobil Škoda Fabia II, vyráběný v letech 2007 až 2015. Dosáhnout na starší automobily není možné, informační systém autoservisu již data snadno dostupná nemá. Uvažován není tzv. spotřební materiál (kapalina, brzdové destičky, kotouče a čelisti), protože se předpokládá, že významný podíl spotřebního materiálu je vyskladněno v rámci preventivní údržby. Výsledky ukazuje následující tabulka.

Tabulka 7 Autoservisem vyskladněné díly (mimo spotřebního materiálu)

Období a vozidlo	5 let (17. 3. 2010 až 17. 3. 2015)	Škoda Fabia II 1,2 I (9E)
Počet přijmutých „podvozků“ do servisu za období (ks)	562	
Počet vyskladněných dílů ze skladu :	Ks	Podíl vozidel s výměnou tohoto dílu (%)
Třmeny	2	0,36
Vedení (potrubí)	8	1,42
Brzdový válec hlavní	1	0,18
Posilovač brzd	1	0,18
Pedálová skupina	2	0,36
Senzory	0	0,00
Řídící jednotky	1	0,18
Brzdové válečky (pár)	120	21,35

Tabulka 8 Faktory ovlivňující závadovost, dle autoservisu

Faktor	Faktor reálnou závadovost vozidel
Jedno vozidlo mohlo mít více dílů k výměně	Snižuje
Nelze zjistit, zda díly byly měněny preventivně, nebo při poruše	Nelze určit

Z tabulky je patrné, že podíl výměn se pohybuje v řádku desetin procenta až 1,4 %. Výjimkou je výměna brzdových válečků (pouze brzdy na zadní nápravě). Otázkou je, zda tento díl neprohlásit za spotřební materiál a v rámci preventivní údržby.

7.3. Závadovost dle: ČR, všechna vozidla, pravidelné kontroly, všechny stanice STK (20)

Následující tabulka zobrazuje statistiku nalezených závad kat. Nebezpečné v roce 2014, a to:

- vozidla všech kategorií (pozor, N3 mají závadovost ~10x vyšší, ale je jich mnohem menší počet než vozidel M1)
- pouze periodické prohlídky

Tabulka 9 Výskyt Nebezpečných závad, všechny STK

Pravidelné prohlídky 2014 celkem	Nebezpečné	
ks	ks	%
2 527 658	49 357	1,98

Tabulka 10 Faktory ovlivňující závadovost, ČR všechna vozidla

Faktor	Faktor reálnou závadovost vozidel
Kontroloři STK některé závady nenašli, ačkoliv je vozidlo mělo	Zvyšuje nepatrně

Kontroloři chybně zařadili závady do kategorie Nebezpečné	Snižuje nepatrně
Kontroloři nezařadili nebezpečné závady do kategorie Nebezpečné, ale do kategorie méně závažné	Zvyšuje
Korupce kontrolorů a zákazníků	Zvyšuje
Kontrolory plnění kvót nalezených Nebezpečných závad (<i>...musím tam něco napsat u takto starého auta, jinak to bude podezřelé...</i>)	Snižuje nepatrně
Zákazník vozidlo na STK předem tzv. „připraví“	Zvyšuje

7.4. Závadovost dle: ČR, všechna vozidla, stanice STK při Státním odborném dozoru

Stanice STK jsou státem kontrolovány a jednou z kontrol jsou kontroly vozidel za přítomnosti Státního odborného dozoru Ministerstva dopravy. Státní odborný dozor kontroluje, zda technici STK postupují správně.

Na základě zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon č.106/1999 Sb.“), byla podána a zaevidována podatelnou Ministerstva dopravy dne 26. února 2015 pod č.p. 10708/2015 -MD-CKDP žádost o poskytnutí informací:

- *jaký je podíl vozidel, u nichž byly na STK nalezeny závady kategorie Nebezpečné, při Státním odborném dozoru na stanicích technické kontroly*
- *statistiku rozdělit na kategorii M1 a všechna vozidla*
- *vyjmenovat nalezené závady*

Posledním dvěma požadavkům Ministerstvo dopravy nevyhovělo s odůvodněním, že tato data vedena nejsou.

Následující tabulka ukazuje počet nalezených vozidel se závadou kategorie Nebezpečné, za přítomnosti Státního odborného dozoru, v letech 2004 až 2014, za všechna vozidla a všechny Stanice technické kontroly.

Tabulka 11 Výskyt Nebezpečných závad při Státním odborném dozoru (21)

Rok	Prohlídky za přítomnosti SOD celkem	Nebezpečné	
		ks	%
2004	122	49	40,16
2005	179	79	44,13
2006	205	65	31,71
2007	195	59	30,26
2008	259	78	30,12
2009	294	81	27,55
2010	265	80	30,19
2011	554	146	26,35
2012	605	154	25,45
2013	797	158	19,82
2014	563	103	18,29

Podíl zjištění Nebezpečných závad při Státním odborném dozoru má sestupnou tendenci a v roce 2014 bylo takto zjištěno 18,29 % vozidel.

Tabulka 12 Faktory ovlivňující závadovost při Státním odborném dozoru

Faktor	Faktor reálnou závadovost vozidel
Kontroloři (kontrolovaní technici STK) chybně zařadili závady do kategorie Nebezpečné	Snižuje
Zákazník vozidlo na STK předem tzv. „připraví“	Zvyšuje

7.5. Závadovost dle: Německo, všechna vozidla, státní pravidelná kontrola, všechna vozidla

V Německu kontroly vozidel (obdoba české STK) spadají pod organizaci s názvem Kraftfahrt-Bundesamt, zkráceně KBA.

Také v Německu metodika kontroly vozidel rozděluje nalezené závady do třístupňového hodnocení (bez závad, geringen Mängeln, erheblichen Mängeln, unsichere Fahrzeuge).

Pro zjednodušení budou považovány nebezpečné závady německé jako ekvivalent českému systému.

Následující tabulka ukazuje podíl vozidel s nebezpečnou závadou (unsichere Fahrzeuge). (22)

Tabulka 13 Výskyt nebezpečných závad Německo

Prohlídky 2013 celkem, Německo, všechny kategorie vozidel	Nebezpečné (unsichere Fahrzeuge)	
ks	ks	%
26 545 644	18 116	0,07

Lze zobrazit i pouze osobní vozidla (ekvivalent k M1 v ČR, bod 7.1 ... 0,6 %).

Tabulka 14 Výskyt nebezpečných závad, Německo, pouze osobní automobily

Prohlídky 2013 celkem, Německo, pouze osobní vozidla	Nebezpečné (unsichere Fahrzeuge)	
ks	ks	%
19 013 618	13 056	0,07

Bohužel mi není známa kategorizace závad do skupin dle kvantifikace, tj. zda míra závažnosti také odpovídá přibližně českému systému. (např. zda jako nebezpečnou závadou je nesouměrnost brzdové síly na kole téže nápravy také přibližně 30 %, nebo výrazně o jinou hodnotu).

Dle vyjádření pana Ing. Cylka z firmy Dekra Automobil a. s. (23) v Německu technik při kontrole vozidla nemá tak striktní pravidla pro kategorizaci závad a má svobodnější volbu pro zařazení závady do kategorie v rámci určitých základních mantinelů.

Pro zajímavost následující tabulka ukazuje podíl závadných vozidel s nalezenými závadami posledních dvou nejvážnějších kategorií.

Tabulka 15 Výskyt nebezpečných závad Německo, součet B+C

Prohlídky 2013 celkem, Německo, všechny kategorie vozidel	Nebezpečné (unsichere Fahrzeuge) + Významné nedostatky (erheblichen Mängeln)	
ks	ks	%
26 545 644	5 912 409	22

Tabulka 16 Faktory ovlivňující závadovost, Německo, obdoba STK

Faktor	Faktor reálnou závadovost vozidel
Neznámá kvantifikace závažnosti vad do kategorií	Viz německé zákony
Další faktory podobné s faktory v ČR ve shodné situaci (bod 7.3)	

7.6. Závadovost dle: ČR, nehodovost v důsledku závady

Technická závada vozidla (vč. chybně upevněného nákladu) je příčinou následujícího podílu dopravních nehod.

Tabulka 17 Nehodovost v důsledku závady

Rok	Počet nehod celkem ročně v ČR	V důsledku závady nebo nákladu	
	ks	ks	%
2012 (24)	81404	465	0,57
2013 (25)	84398	464	0,55

Tabulka 18 Faktory ovlivňující statistiku nehodovosti

Faktor	Faktor reálnou závadovost vozidel
Technická závada není zjevná, nebo se obtížně dokazuje, a proto se za příčinu zvolí něco jiného	zvyšuje
Obsahuje i nehody v důsledku špatně upevněného nákladu a další příčiny dle metodiky Policie ČR nesouvisející s technickým stavem	Snižuje

7.7. Závadovost - srovnání výsledků

7.7.1.Srovnání dle: kategorie vozidel M1

Tabulka 19 Srovnání dle M1

kapitola	7.1	7.2	7.5
Země	ČR	ČR	Německo
Zdroj - období	2013	2010 - 2015	2013
Zdroj - Kategorie vozidel	M1	M1 (r. v. 2007 - 2015)	M1
Zdroje dat	jedna STK	autoservis	všechna STK
Závadovost (%)	0,59	0,00 až 1,42; 21,35	0,07

Závadovost vozidel dle povinných kontrol (7.1 vs. 7.5) je řádově rozdílná. Buď v Německu řádově lépe dbají majitelé o technický stav vozidel, nebo má český systém mnohem přísnější parametry než v německý. Pokud platí druhá možnost, otázkou je, čím systém přináší společnosti větší užitek ze všech úhlů pohledu!

Závadovost z autoservisu koresponduje se závadovostí při kontrolách STK v ČR, ev. i v Německu. Výjimkou je pouze četnost výměny brzdových válečků a otázkou je, kolik spotřebního materiálu je vyměněno ještě před poruchou v rámci preventivní údržby.

Celkově lze s výhradami považovat data za korespondující a podobná, protože rozdíly nejsou obrovské.

7.7.2.Srovnání dle: povinné kontroly ČR vs. Německo

Tabulka 20 Srovnání dle: povinné kontroly ČR vs. Německo

kapitola	7.3	7.5
Země	ČR	Německo
Zdroj - období	2014	2013
Zdroj - Kategorie vozidel	všechna	všechna
Zdroje dat	všechna STK	všechna STK
Závadovost (%)	1,98	0,07

Srovnání zjištěné závadovosti při povinných kontrolách vozidel ukazuje cca 30 násobný rozdíl ve prospěch situace v Německu.

Buď v Německu řádově lépe dbají majitelé o technický stav vozidel, nebo má český systém mnohem přísnější parametry než v německý. Pokud platí druhá možnost, otázkou je, čím systém přináší společnosti větší užitek ze všech úhlů pohledu! Tato situace by si zasloužila další

samostatné šetření.

7.7.3.Srovnání dle: povinné kontroly na STK a při Státním odborném dozoru

Tabulka 21 Srovnání na STK a STK při SOD

kapitola	7.3	7.4
Země	ČR	ČR
Zdroj - období	2014	2014
Zdroj - Kategorie vozidel	všechna	všechna
Zdroje dat	všechna STK	všechna STK při SOD
Závadovost (%)	1,98	18,29

Očekávaný rozdíl byl pouze násobný. Dle statistiky je ale při státním odborném dozoru nalezeno 10x více nebezpečných vozidel, než bez něj. Situace se zlepšuje, od roku 2004 setrvale klesá z 40 % k uvedené hodnotě za rok 2014.

Rozdíly jsou příliš velké i s ohledem na chybu lidského faktoru a rozdíl je tak velký, že tato situace by si zasloužila další samostatné šetření,

na jehož konci bude uspokojivé vysvětlení takto velkého rozdílu.

7.7.4.Srovnání dle: povinné kontroly na STK při SOD a v Německu běžné kontroly B+C

Tabulka 22 Srovnání STK při SOD vs. Německo B+C

kapitola	7.4	7.5
Země	ČR	Německo
Zdroj - období	2014	2013
Zdroj - Kategorie vozidel	Všechna	Všechna
Zdroje dat	všechna STK pouze Nebezpečné	všechna KBA B+C
Závadovost (%)	18,29	22

Pokud srovnáme počet nalezených Nebezpečných závad v ČR na STK při Státním odborném dozoru vs. Běžné kontroly v Německu - součet dvou nejvýznamnějších kategorií, dojdeme překvapivě ke shodnému výsledku okolo 20 %.

Z toho vyplývá, že pokud výsledky při SOD jsou validní, tak v ČR považujeme za nebezpečné závady i ty závady, které v sousední zemi za přímo nebezpečné nepovažují.

7.7.5.Srovnání dle: nehodovost vs. závadovost v ČR

Tabulka 23 srovnání nehodovost vs. závadovost v ČR

kapitola	7.3	7.4	7.6
Země	ČR	ČR	ČR
Zdroj - období	2014	2014	2013
Zdroj - Kategorie vozidel	všechna	všechna	všechna
Zdroje dat	všechna STK	všechna STK při SOD	nehodovost
Závadovost (%)	1,98	18,29	0,55

Nehodovost mírně koresponduje se závadovostí bez SOD, ale zcela nekoresponduje se závadovostí při Státním odborném dozoru.

Pokud by někdo namítnul, že nalezená závadovost na STK při SOD dává skutečně pravdivá data, proč nehodovost je ~30x menší?

Pokud špatně pracuje vyšetřovatel Policie ČR a např. každou druhou (!!! což by samo o sobě bylo alarmující číslo) nehodu chybně nezařadí do skupiny „technická závada“, stále zde máme 15x násobný rozdíl. Rozdíly zde jsou příliš velké a nemám pro ně vysvětlení.

Ukazuje se zde, že podíl nebezpečných vozidel může vypadat (nebo skutečně je) vysoký, ale na způsobených škodách ve společnosti se to neprojevuje!

Závěr

Oprávněným a důležitým motivem společnosti je snižovat škody na zdraví a majetku v důsledku selhání různých činitelů v dopravě.

Tabulka 24 Nebezpečné závady, celkové srovnání

kapitola	7.1	7.2	7.5	7.3	7.4	7.5	7.6
Země	ČR	ČR	Německo	ČR	ČR	Německo	ČR
Zdroj - období	2013	2010 - 2015	2013	2014	2014	2013	2013
Zdroj - Kategorie vozidel	M1	M1 (r. v. 2007 - 2015)	M1	všechna	všechna	všechna	všechna
Zdroje dat	jedna STK	autoservis	všechna STK	všechna STK	všechna STK při SOD	všechna STK	nehodovost
Závadovost (%)	0,59	0,00 až 1,42;	0,07	1,98	18,29	0,07	0,55

Je třeba připomenout, že dlouhodobě jsou příčinou nehod (25)

- řidiči motorových vozidel s ~85 %
- lesní a domácí zvíř s ~8 %
- řidiči nemotorových vozidel s ~3 %
- chodci s ~1,3 %
- závady komunikace s ~0,6 %

Podíl nehod v důsledku závady vozidla (0,55 %, za rok 2013 mj. bez úmrtí) je tak až na šestém místě a je více než 100x nižší, než první a většinová příčina nehod. Bylo by vhodné, aby společnost zaměřila svoji energii na snížení nejprve prvních pěti příčin nehod. Proto by bylo vhodné, aby společnost nezaváděla nové a častější povinnosti kontrol pro majitele vozidel, protože náklady vzniklé majitelům těchto vozidel (cca 5 mil. subjektů) budou mnohem větší, než přínos vzniklý zvýšenými kontrolami. Nepřekvapilo by mě, kdyby posléze přínos nikdo ani neměřil a nezkoumal.

Cílem práce bylo zjistit, jaký je skutečný podíl nebezpečných vozidel v provozu způsobem srovnáním různých statistik. Zcela teoreticky by každá porovnatelná statistika měla vést (viz kap. 7.7.x) k podobným výsledkům a předpokládaly se rozdíly maximálně v násobcích svých hodnot závadovosti.

Skutečnost ukazuje, že rozdíly v rámci mnohých porovnávaných kategoriích jsou z neznámých důvodů obrovské a zasloužily by si samostatný výzkum.

Porovnání v kapitole 7.7.5 vede k závěru, že podíl nebezpečných vozidel, jakkoliv může vypadat nebo skutečně je vysoký a nebezpečný, zdaleka neodpovídá výši škod ve společnosti. Jinými slovy, i kdyby skutečně každé páté vozidlo mělo nebezpečnou závadu (a srovnávané údaje hovoří i o mnohem pozitivnějších číslech), zaviní kvůli ní nehodu ve skutečnosti pouze každé 200. vozidlo.

Bibliografie

1. **Vlk, František.** *Podvozky motorových vozidel.* Brno : nakladatelství a vydavatelství František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6464-X.
2. **Pexa, Martin.** Kontrola technického stavu brzd (pdf). *Rozcestník TF.CZU.cz.* [Online] [Citace: 2. březen 2014.] http://tf.czu.cz/~pexa/Budejovice/Prednasky/P_Brzdy.pdf.
3. **Bosh.** Konvenční a elektronické brzdové soustavy. *Technické vzdělávání, Robert Bosch 2005.* místo neznámé : Robert Bosch, 2005.
4. **Brzdy vozidel a jejich vliv na bezpečnost.** *VUTBR.cz.* [Online] [Citace: 8. 03 2014.] <http://www.vutbr.cz/usi/dokumenty/dokumenty-ke-stazeni-f23776/bezpecnost-vozidel-silnicniho-provozu-materialy-k-predmetu-d75943/04-brzdy-p70452>.
5. **JAN, Z, ŽDÁNSKÝ, B a ČUPERA, J.** *Automobily 1: podvozky .* Brno : Avid, 2009.
6. **BROŽ, J a TRNKA, L.** *Praktická dílna - brzdové systémy . Autoexpert .* Autoexpert, 2010, červen 2010 .
7. **SAJDL, Jan.** ABS (Anti-lock Braking System). *Autolexicon.net.* [Online] [Citace: 8. 3 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/abs-anti-lock-braking->.
8. —. ESP (Electronic Stability Programme). *Autolexicon.net.* [Online] [Citace: 08. 03 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/esp-electronic-stability-programme/>.
9. —. Brzdový asistent. *Autolexicon.net.* [Online] [Citace: 08. 03 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/brzdovy-asistent/>.
10. **Bosch.** BOSCH-Pressforum. *Press.bosch.cz.* [Online] 2001. [Citace: 9. 3 2014.] http://press.bosch.cz/detail.asp?f_id=76.

11. VLK, František. Brzdové systémy osobních a užitkových automobilů. *Soudní inženýrství*. [Online] 2005. [Citace: 9. 3 2014.] <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2005-03-145-160.pdf>.
12. SAJDL, Jan. SBC (Sensotronic Brake Control). *Autolexicon.net*. [Online] [Citace: 9. 3 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/sbc-sensotronic-brake-control/>.
13. —. Brzdná dráha. *Autolexicon.net*. [Online] [Citace: 08. 3 2014.] <http://cs.autolexicon.net/articles/brzdna-draha/>.
14. Apetaur, Milan a Stejskal, Vladimír. *Motorová vozidla VI*. Praha : Ediční středisko ČVUT, Praha 1, Husova 5 , 1983.
15. Kovanda, Jan, Resl , Ivo a Socha , Jiří. *Konstrukce automobilů, pérování vozidel*. Praha : vydavatelství ČVUT, 1997. 80-01-01624-2.
16. VUT brno. 1.3 Brzdové vlastnosti. [Online] [Citace: 15. 3 2014.] <http://ottp.fme.vutbr.cz/skripta/vlab/vozidla/ka01-03.htm>.
17. Válková zkušebna brzd Beissbarth mb8000. *Univer.cz*. [Online] Univer. [Citace: 15. 3 2014.] <http://www.univer.cz/valcova-zkusebna-brzd-beissbarth-mb8000-id1473>.
18. Válková zkušebna brzd Space PFC750&PFB0401000 . *Hledej ceny.cz*. [Online] [Citace: 15. 3 2014.] <http://brzdove-stolice-space.hledejcnycz/valcova-zkusebna-brzd-space-pfc750-pfb0401000/obrazek/>.
19. VLK , František. *Stavba motorových vozidel*. Brno : Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství , 2003. 80-238-8757.
20. ČR, Ministerstvo dopravy. Statistiky STK. *Ministerstvo dopravy ČR*. [Online] 2006. [Citace: 21. 02 2015.] <http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/78D59A14-C3B7-47A0-9524-9E0C39DE0360/0/2014.xls>.

21. ČR, Ministerstvo dopravy. *Hodnocení vozidel a počet závad na vozidlo zaznamenané při výkonu SOD v porovnání s celostátní statistikou dle CIS STK*. č.p. 10708/2015 -MD-CKDP, Praha : autor neznámý, 26. 02 2015.
22. KBA. Jahresbilanz der Fahrzeuguntersuchungen Jahr 2013. *kba.de*. [Online] [Citace: 15. 03 2015.] http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Fahrzeuguntersuchungen/2013_fu_jahresbilanz_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=12 .
23. Cylek, Jindřich Ing. a STK, služby pro. [e-mail]. místo neznámé : DEKRA Automobil a.s. | Türkova 1001 | 149 00 Praha 4 , 2015.
24. Statistika nehodovosti - Policie České republiky. *Policie ČR*. [Online] 2012. [Citace: 13. 03 2015.] www.policie.cz/soubor/1-web-strany-1-25-export-adobe-pdf.aspx.
25. ČR, Policie. Statistika nehodovosti - Policie České republiky, 2013. *Policie ČR*. [Online] 2013. [Citace: 13. 03 2015.] <http://www.policie.cz/soubor/7-iv-cast-web-strany-89-151-tabulky-p1-p21a-pdf.aspx>.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma brzdové soustavy (3)	11
Obrázek 2 Konstrukce bubnové brzdy (4)	12
Obrázek 3 Typy bubnových brzd (5)	14
Obrázek 4 Konstrukce kotoučové brzdy (4)	16
Obrázek 5 Provedení kotoučové brzdy (3)	17
Obrázek 6 Podtlakový posilovač brzd (3)	19
Obrázek 7 Hydraulický posilovač brzd (3)	20
Obrázek 8 Vývoj systému ABS v čase	23
Obrázek 9 Součásti systému ABS (7)	24
Obrázek 10 Snímač otáček kola	24
Obrázek 11 Stabilizace při nedotáčivosti (8)	27
Obrázek 12 Stabilizace při přetáčivosti (8)	28
Obrázek 13 Popis BAS v reklamě (9)	29
Obrázek 14 Brzdná dráha při použití BAS	30
Obrázek 15 Schéma elektrohydraulického a elektromechanického systému brake by wire (11)	31
Obrázek 16 Schéma rozdílného brzdného účinku při brzdění v zatáčce u brake by wire (12)	34
Obrázek 17 Válcová zkušebna (18)	42
Obrázek 18 Záznamník závad vozidla z STK	45

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přípustné silové hodnoty brzdění, (1)	9
Tabulka 2 Brzdná dráha v závislosti na rychlosti a povrchu vozovky (13)....	35
Tabulka 3 Závislost typu povrchu a délky brzdné dráhy (13)	37
Tabulka 4 Legislativní požadavky na zpomalení, souhrn údajů (1)	40
Tabulka 5 Výskyt Nebezpečných závad za 01/2013 na Stanici technické kontroly, vozidla M1	46
Tabulka 6 Faktory ovlivňující závadovost, na stanici STK.....	47
Tabulka 7 Autoservisem vyskladněné díly (mimo spotřebního materiálu)....	48
Tabulka 8 Faktory ovlivňující závadovost, dle autoservisu	49
Tabulka 9 Výskyt Nebezpečných závad, všechny STK.....	49
Tabulka 10 Faktory ovlivňující závadovost, ČR všechna vozidla	49
Tabulka 11 Výskyt Nebezpečných závad při Státním odborném dozoru (21)	51
Tabulka 12 Faktory ovlivňující závadovost při Státním odborném dozoru ...	51
Tabulka 13 Výskyt nebezpečných závad Německo	52
Tabulka 14 Výskyt nebezpečných závad, Německo, pouze osobní automobily	52
Tabulka 15 Výskyt nebezpečných závad Německo, součet B+C.....	53
Tabulka 16 Faktory ovlivňující závadovost, Německo, obdoba STK.....	53
Tabulka 17 Nehodovost v důsledku závady	53
Tabulka 18 Faktory ovlivňující statistiku nehodovosti.....	54
Tabulka 19 Srovnání dle M1	55
Tabulka 20 Srovnání dle: povinné kontroly ČR vs. Německo	56
Tabulka 21 Srovnání na STK a STK při SOD.....	56
Tabulka 22 Srovnání STK při SOD vs. Německo B+C.....	57
Tabulka 23 srovnání nehodovost vs. závadovost v ČR.....	57
Tabulka 24 Nebezpečné závady, celkové srovnání	59

Seznam zkratek

ABS	Protiblokovací systém brzd
ESP	Elektronický stabilizační systém vozidla
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt, obdoba české STK
SOD	Státní odborný dozor Ministerstva vnitra při kontrolách na STK
STK	Stanice technické kontroly

Přílohy

Č. 1: statistika autoservisu (kapitola 7.2)

Č. 2: statistika závadovosti při Státním odborném dozoru (kapitola 7.4)

Č. 3: statistika závadovosti v Německu (kapitola 7.6)

